separate

From the Hydrographic Office, Washington June 20 95

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE MANILA

DIRIGIDO POR LOS PP. DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS

LA METEOROLOGÍA

EN LA

EXPOSICIÓN COLOMBINA DE CHICAGO

(1893)

MEMORIA

ESCRITA POR LOS

PP. FEDERICO FAURA y JOSÉ ALGUÉ

COMISIONADOS DEL GOBIERNO ESPAÑOL



BARCELONA — 1894

IMPRENTA DE HENRICH Y COMPAÑÍA EN COMANDITA

Pasaje de Escudillers, 4

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE MANILA

DIRIGIDO POR LOS PP. DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS

LA METEOROLOGÍA

EN LA

EXPOSICIÓN COLOMBINA DE CHICAGO

(1893)

MEMORIA

ESCRITA POR LOS

PP. FEDERICO FAURA y JOSÉ ALGUÉ

COMISIONADOS DEL GOBIERNO ESPAÑOL



BARCELONA — 1894

IMPRENTA DE HENRICH Y COMPAÑÍA EN COMANDITA

Pasaje de Escudillers, 4

INTRODUCCIÓN

Habiendo de celebrarse en Chicago el año 1893 la EXPOSICIÓN UNIVERSAL COLOMBINA, digna corona de las fiestas con que América había honrado en el año anterior la memoria de Cristóbal Colón; el P. Miguel Saderra Mata S. J., Director del Observatorio Meteorológico de Manila, fue invitado oficialmente á tomar parte en los trabajos de los Congresos científicos que habían de realzar aquella espléndida ostentación del adelantamiento de las artes y los progresos de la industria. Al efecto, el Secretario de la Sección de Congresos, auxiliar de la Junta General de la Exposición, le transmitió el siguiente comunicado:

«*Chicago, Estados Unidos de América, 5 de Diciembre de 1892.*

MUY SEÑOR MÍO:

»Me honro con participar á V. que ha sido nombrado miembro de la Sección Consiliaria de la Junta Auxiliar, que en la Exposición de Chicago ha de promover un Congreso Meteorológico Internacional.

»Recomiendo encarecidamente á su estudio los adjuntos documentos, por los cuales quedará V. enterado de la naturaleza, objeto y organización de la Junta Auxiliar, como también de las atribuciones que á la Sección Consiliaria corresponden.

»Mientras espero respetuosamente verme favorecido con su respuesta,

con todas veras suplico se digne V. aceptar dichos documentos y abrigo la confianza de que esta Junta habrá de agradecer el influjo de su prestigio, consejo y cooperación en la obra de los Congresos acordados para la Exposición Universal del año 1893.

»Quedo de V. seguro y atento servidor

»CLARENCIO E. YOUNG,
»Asistente del Secretario.»

Contestó el P. Saderra aceptando la invitación y el nombramiento á que se refiere la carta anterior. Mas hubo de tomar en cuenta, que siendo época de ciclones en Filipinas el mes de Agosto señalado para el Congreso, su ausencia de Manila podía redundar en perjuicio del Observatorio que le estaba confiado. En vista de tan grave estorbo, determinó enviar como representantes suyos al P. Federico Faura S. J., antiguo Director del Observatorio Meteorológico de Manila, residente á la sazón en España por motivos de salud; y al P. José Algué S. J., cuya reciente permanencia en los Estados Unidos le tenía al corriente de los estudios meteorológicos en aquel país, y le había facilitado entablar relaciones personales con los más eminentes conocedores de esta ciencia, en sus viajes por la América del Norte y las Antillas.

Aceptado este proyecto, escribió el P. Saderra desde Manila á los PP. Faura y Algué el 5 de Marzo de 1893, enviándoles juntamente los documentos oficiales recibidos de Chicago. Por su parte el Procurador en Madrid de las Misiones Filipinas de la Compañía de Jesús, P. Joaquín Sancho, representó al Excmo. Sr. Ministro de Ultramar D. Antonio Maura, cuán dificultoso era que el Director del Observatorio asistiese personalmente al Congreso de Chicago; proponiéndole á la vez que esta dificultad quedaría salvada nombrando á los sobredichos Padres para que con carácter oficial interviniesen en aquel torneo científico á que estaban convocados los más ilustres representantes de la Meteorología en el mundo sabio. Comprendió S. E. las ventajas que este proyecto prometía en bien del Observatorio Manilano; la honra de nuestra Patria se interesaba asímismo en el asunto y la ocasión era propicia para acrecentar la fama que en el extranjero se ha conquistado aquel benemérito Establecimiento: no vaciló, pues, el ánimo patriótico del Sr. Ministro en apoyar la idea del R. P. Director del Observatorio de Manila y obtuvo favorable despacho, como lo pondrá de manifiesto la Real Orden que á continuación transcribimos:



MINISTERIO DE ULTRAMAR

El Sr. Ministro de Ultramar me dice con esta fecha lo que sigue:

«Ilmo. Sr.—Vista la atenta comunicación que ha dirigido á este Ministerio el R. P. Procurador de las Misiones de la Compañía de Jesús de Filipinas, manifestando que, invitado el Director del Observatorio de Manila por el Presidente del Congreso Meteorológico que ha de reunirse en Chicago el 21 de Agosto próximo, á tomar parte en el mismo, cuya invitación acompaña suplicando le sea devuelta:

»Y que no pudiendo el citado Director abandonar aquel servicio por haber comenzado la época de los temporales, ha delegado esa honrosa comisión en el R. P. Federico Faura, juntamente con el P. José Algué, quienes, deseosos de responder á dicha invitación, por las grandes utilidades prácticas qué con su asistencia al Congreso de Chicago esperan conseguir para el Archipiélago Filipino, ruegan se les autorice para ir en comisión del servicio del Observatorio de Manila, sin más retribución que el abono de pasaje desde España, por Chicago y San Francisco de California á Manila:

»Resultando del meditado examen de los itinerarios de la línea de las Antillas, sus extensiones y combinaciones, y éstas últimas de la de Filipinas, que surgen grandes inconvenientes para poder acceder á la pretensión de que se trata, en razón á que los vapores-correos de la Compañía Trasatlántica que verifican los viajes periódicos á América, no van á Oceanía, llegando sólo directamente hasta Nueva York; y sus extensiones y combinaciones, que enlazan con buques de Em-

presas extranjeras, tienen el límite para ir á Filipinas, en la combinación de Panamá á San Francisco de California, donde ya termina aquélla, y desde este último punto no hay línea de vapores contratada con la referida Compañía:

»Considerando que la concesión de dichos pasajes en la forma indicada y pretendida, resultaría muy costosa al Erario público; y

»Considerando, no obstante, que se trata de una Comisión que reportará indudablemente por sus estudios científicos, grandes utilidades para el Archipiélago Filipino:

»El Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, se ha dignado conceder á los RR. PP. Jesuítas Federico Faura y José Algué, pasaje de gracia, por cuenta del Estado, en los vapores de la Compañía Trasatlántica en primera clase, primera categoría, con arreglo al artículo 53 del vigente Contrato, desde la Península á Nueva York, y de regreso á la misma, en concepto de auxilio para la realización de su misión científica. De Real Orden lo digo á V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes.»

De la propia Real Orden comunicada por dicho Sr. Ministro, lo traslado á V. R. para su conocimiento y efectos correspondientes, devolviéndole la invitación del Presidente del Congreso Meteorológico de Chicago, según suplica en su citada comunicación.

Dios guarde á V. muchos años.

Madrid 15 de Julio de 1893.

El Director general de Hacienda,

SEGUNDO GONZÁLEZ LUNA.

R. P. Joaquín Sancho, Procurador de las Misiones de la Compañía de Jesús de Filipinas.

Honrados con la delegación que nos confería esta Real Orden, emprendimos nuestro viaje; y fue Dios servido de que llegásemos felizmente á Chicago poco antes del 21 de Agosto de 1893, fecha señalada para la apertura de los Congresos Científicos y Filosóficos.

De regreso á la Península era deber nuestro mostrar al Gobierno y á la Nación la gratitud que de nosotros exigía el encargo con que nos vimos favorecidos. Para ello ninguna cosa nos pareció más á propósito que el publicar una Memoria en que estuviese resumido lo principal de nuestros estudios relativos al Congreso Meteorológico y á la parte de la Exposición correspondiente á los aparatos de este ramo. Si en algunas materias nos hemos extendido de un modo especial, téngase en cuenta que no sólo somos españoles los autores de este trabajo, sino que escribimos principalmente para nuestros compatricios, á quienes no puede menos de ser grato conocer cuánto debe la Meteorología moderna al malogrado P. Viñes, y con qué interés se promueve el adelantamiento de esta ciencia en nuestro Observatorio de Manila.

PRIMERA PARTE

EL CONGRESO METEOROLÓGICO

Á fin de proceder con orden en esta sucinta reseña del Congreso Meteorológico, transcribiremos en primer lugar algunos documentos oficiales que declaran el intento al cual enderezaban sus aspiraciones los promovedores de dicha asamblea. Los nombres de ilustres sabios invitados á colaborar para el feliz éxito del Congreso y la lista de los escritos presentados, darán á conocer el empeño que hay en favorecer los estudios meteorológicos. Indicaremos á continuación lo ocurrido en cada sesión del Congreso y coronaremos esta *Primera Parte* ofreciendo á nuestros lectores un extracto de los trabajos más interesantes leídos en las sesiones.

CAPÍTULO PRIMERO

Documentos relativos al Congreso Meteorológico

I

Circular de la Comisión Organizadora

Para poner en conocimiento de los lectores el carácter de nuestra participación en el Congreso Meteorológico de Chicago y dar exacta noticia de las atribuciones que al mismo competían, es oportuno advertir que el Congreso no tenía de suyo mayor autoridad de la que podían darle el número y valía de las personas que á él concurriesen. En efecto, aunque la Comisión ó Junta Auxiliar fue reconocida y aprobada por el Gobierno de los Estados Unidos, cuyo Ministerio de Estado anunció á los Gobiernos Extranjeros su existencia; con todo dicha Junta no pasaba de ser una reunión autorizada y protegida por la Junta General de la Exposición, con el objeto de que las personas más versadas en los diversos ramos del saber humano confiriesen sus conocimientos y promoviesen el adelanto de sus respectivas facultades.

De todo lo demás concerniente al objeto del Congreso, da muy cumplida idea la siguiente *Circular* que envió la Comisión Organizadora de la Junta Auxiliar de los Congresos Internacionales.

SECCIÓN DE FILOSOFÍA Y CIENCIAS

División general de Meteorología,
Climatología y Magnetismo Terrestre

«Es un hecho, tiempo ha reconocido y para América muy honroso, que el primer Congreso Meteorológico Internacional oficialmente aceptado por los Gobiernos, se tuvo en Bruselas el año 1853 á petición del Gobierno de los Estados Unidos.

»Si bien desde entonces se han celebrado muchas reuniones internacionales, todavía se deja sentir la necesidad de dar mayor uniformidad á los métodos y estudios meteorológicos y es fácil comprender cuánto podría adelantarse en lo futuro este ramo de las ciencias aplicadas, mediante una discusión general de su estado presente. Con tal objeto, la Junta Auxiliar de los Congresos ha organizado una serie de reuniones en las cuales los meteorólogos y climatólogos de todos los países puedan exponer y examinar sus proyectos y teorías acerca de cualesquiera asuntos meteorológicos, discutiendo los puntos de mayor interés actual en este ramo de conocimientos.

»La Junta Auxiliar de los Congresos Internacionales tiene su peculiar organización, aunque va de acuerdo con la Junta de la Exposición Universal Colombina; está además reconocida por el Gobierno de los Estados Unidos, y hasta cierto punto por el mismo sustentada. La Comisión Directiva de la Exposición se encarga de preparar salas acomodadas para los Congresos parciales, y corren á cuenta suya los gastos de semejantes reuniones. También se ha dado traza y orden para que se publiquen y repartan los programas y la manera de proceder en cada uno de los diferentes Congresos.

»Por más que éstos revistan carácter meramente privado, pues queda al arbitrio personal el asistir á ellos, no carecen, por otra parte, de importancia oficial é internacional; como quiera que hombres de ilustre fama discutirán materias de interés general é internacional, siendo de esperar que estas discusiones ejerzan poderosa influencia en la futura legislación de los respectivos Estados.

»Muy convencida está de la importancia de su encargo la Comisión General del Congreso Meteorológico, á la cual se ha encomendado el proponer los puntos que para el mejor éxito de las reuniones deben tratarse. Los rápidos progresos de todas las ciencias en estos últimos cincuenta

años obligan á conjeturar mayores adelantos en los tiempos venideros. Así que, uno de los fines del Congreso será reseñar brevemente las mejoras que hasta el presente ha hecho la Meteorología en cada uno de sus ramos y aplicaciones, á la agricultura, á las carreras de ingenieros civiles y militares, á la navegación, hidráulica, etc., etc.; su influencia en las alteraciones geológicas y en la aclimatación y distribución de las plantas y animales. Asímismo las relaciones de la Meteorología con el magnetismo terrestre, los terremotos y volcanes, las lluvias de meteoros y aerolitos, las auroras, los cambios en los fenómenos solares, todo esto será objeto de particular estudio en las discusiones del Congreso.

»Hé aquí una lista en que se clasifican algunas materias aptas para ser sometidas á discusión, incluyendo otros temas que deberían tratarse en reuniones especiales ó en alguna subcomisión, y ser examinados en conferencias particulares del Congreso.

»*a.* Instrumentos y métodos de observación. En esta sección debería discutirse todo lo que se refiere á instrumentos meteorológicos, observaciones, reducciones, correcciones y análisis.

»*b.* Ciencia meteorológica incluyendo puntos de Meteorología Teórica, ciclones, tempestades secundarias, etc.

»*c.* Climatología.

»*d.* La Meteorología con relación á la Higiene y á la Agricultura.

»*e.* La Meteorología con relación á la Marina.

»*f.* Servicio Meteorológico Oficial, incluyendo asuntos relativos á telegramas de tiempo, predicciones, verificaciones, servicio especial en tiempo de tormenta, etc.

»*g.* Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica, inclusas las tempestades magnéticas, campos ó zonas magneto-cósmicas, instrumentos magnéticos y meteorológicos, rayos, auroras, etc.

»*h.* Climas geológicos, incluyendo asuntos tales como la época glacial, cuaternaria, cambios de climas, climas según la fauna fósil y la flora.

»*i.* Literatura Meteorológica, Bibliografía y Biografía.

»Confía la Comisión que las reuniones oficiales y públicas serán abundantemente completadas por conferencias particulares y parciales; y que las amistosas relaciones con esta ocasión iniciadas facilitarán en gran manera para lo porvenir la unidad de acción y grata armonía entre los meteorólogos.



»Permanecerá abierta la Exposición desde Mayo hasta Octubre de 1893; el Congreso Meteorológico habrá de reunirse durante la semana que comienza el lunes 21 de Agosto, que por ser la señalada para los Congresos científicos en general, hará fácil á los concurrentes el que puedan asistir á las demás asambleas.

»Atendiendo á que con mayor utilidad y facilidad se traten las cuestiones propuestas, se anunciarán con la oportuna anticipación las Secciones especiales en que haya de subdividirse el Congreso Meteorológico, no menos que las personas encargadas de preparar los trabajos de cada Sección.

»Tiene por objeto esta circular previa dar noticia á los interesados de los preparativos generales para la organización del Congreso Meteorológico, y solicitar cordialmente la activa cooperación de los Observatorios Meteorológicos Oficiales, como también la de todos aquellos individuos y corporaciones que tengan empeño en promover el adelantamiento de este ramo de las ciencias aplicadas. Por lo cual pedimos, acerca de las materias puestas á discusión, la ayuda y advertencias de cuantos leyeren la presente circular; invitamos á los autores y personas de ciencia para que escriban disertaciones y nos sugieran medios de proceder con acierto en las tareas del Congreso. Y por más que hemos procurado esmeradamente obtener cabal noticia del estado reciente de nuestros conocimientos, valiéndonos de personas que, dedicadas á estudios particulares, nos diesen cuenta de ellos, sin embargo, no se oculta á la Comisión que puede haber pasado por alto otras materias de igual importancia: así que, el Presidente recibirá como singular obsequio el que avisen á la Comisión los que hayan cultivado algún ramo especial de la Meteorología.

»La correspondencia puede dirigirse á los miembros de la Junta que suscribe. Los documentos en que constan los proyectos de la Junta Auxiliar se enviarán á cuantos los reclamaren.»

PRESIDENTE. Marcos W. Harrington.
VICEPRESIDENTE. H. C. Frankenfield, M. D.
VOCALES. Elías Colbert.—Carlos B. Thwing.—Guillermo S. Seaverns.—Ricardo Clover.—F. E. Nipher.—G. S. Jackman.—Ossian Guthrie.—R. Grigsby Chandler.—F. H. Bigelow.—G. K. Gilbert.

Comisión de la Junta Auxiliar Directiva del Congreso Meteorológico.

II

Circular de la Junta General de los Congresos

Poco tiempo después la Junta General remitió la siguiente *Circular* que señala el local donde debían celebrarse y en efecto se celebraron los Congresos. Dice así:

«*Chicago, 1.º de Abril de 1893.*

»Los Congresos se reunirán en el Palacio Monumental de Artes, que pertenece al Instituto de Artes de Chicago, y está situado en el solar del antiguo edificio destinado al Estado de Illinois, en el parque *Lake front* de Chicago, donde se cruzan la calle de Adams y la avenida Michigan. Este edificio, llamado por otro nombre el Palacio de las Artes de los Congresos Internacionales, ha sido levantado en el citado parque, con el consentimiento del Estado de Illinois y de la ciudad de Chicago, por el Instituto de Artes de Chicago y con la cooperación de la Exposición Universal.

»Las autoridades del Instituto de Artes destinaron á este efecto la suma de 400,000 duros y la Dirección de la Exposición añadió 200,000 duros con la condición de que se completara el edificio y se pusiera á disposición de la Junta Auxiliar de los Congresos antes del 1.º de Mayo de 1893, destinándolo exclusivamente para la celebración de los Congresos hasta el tiempo de cerrarse la Exposición. El edificio está ya concluído y se entregará en disposición de servir conforme al contrato.

»Este Palacio de Artes contiene treinta y tres salas además de otras seis piezas, que se utilizarán para oficinas de la Junta General de los Congresos Internacionales y servirán para las sesiones especiales ó de sección y para las conferencias privadas y extraordinarias de los Congresos que hayan de celebrarse.

»Entre los distintos departamentos que forman el Instituto de Artes se han erigido dos grandes salas de 3,000 asientos cada una, destinadas á

las sesiones generales públicas de los varios Congresos. De esta suerte podrán celebrarse 36 reuniones generales y más de trescientas conferencias especiales ó de sección durante una sola semana. Cada uno de los grupos de los seis Congresos podrá celebrar en un departamento dado, tal como en el de *Artes ó Gobierno ó Literatura*, señalado por semana, hasta seis reuniones generales y el número que convenga de reuniones de sección mientras no pase de cincuenta, sin estorbarse unas á otras ni ocupar las habitaciones destinadas á oficinas, á salas de recibo y á otros usos de la Junta Auxiliar de los Congresos.»

III

Secciones del Congreso y Comisión General Organizadora

Terminados los trabajos previos publicó la Junta General un programa preliminar de la «Sección General de Meteorología, Climatología y Magnetismo Terrestre», anunciando las personas que constituían la Comisión General Organizadora del Congreso Meteorológico, el tiempo fijo en que había de celebrarse y los títulos y autores de los discursos que debían leerse. Dejando estos últimos para el capítulo siguiente, damos aquí la distribución de secciones y los nombres de los miembros que formaban la Comisión General Organizadora.

Secciones del Congreso

Sección **A.** *Instrumentos Meteorológicos y Métodos de Observación.*
Sección **B.** *Meteorología Teórica* (mecánica de la atmósfera).
Sección **C.** *Climatología.*
Sección **D.** *Clima y Agricultura.*
Sección **E.** *Meteorología Marítima.*
Sección **F.** *Servicios Meteorológicos.*
Sección **G.** *Electricidad Atmosférica y Magnetismo Terrestre.*
Sección **H.** *Ríos y Avenidas.*
Sección **I.** *Historia y Bibliografía de la Meteorología.*



Comisión General Organizadora

Presidente

Marcos W. Harrington,
Jefe del *Weather Bureau* de los Estados Unidos.

Vicepresidente

H. C. Frankenfield, Chicago.

Secretario

Oliverio L. Fassig, Washington.

Vocales

Cleveland Abbe.
Guillermo E. Beehler.
F. H. Bigelow.
Carlos Carpmael.
R. Grigsby.
Elías Colbert.
H. H. C. Dunwoody.
Ossian Guthrie.
G. S. Jackman.
F. E. Nipher.
Tomás Russell.
Carlos A. Schott.
Guillermo S. Seaverns.
Carlos B. Thwing.

CAPÍTULO SEGUNDO

Principales personas invitadas al Congreso y trabajos que se presentaron

---

I

Junta Consiliaria del Congreso de Meteorología, Climatología y Magnetismo Terrestre

Abbe, Profesor Cleveland, *Weather Bureau* de Washington, E. U. A. (Estados Unidos Americanos).
Aguilar, D. Rafael, Observatorio Meteorológico Central, Méjico.
Angot, D. A., *Bureau Central Météorologique, 176, Rue de l'Université,* París.
Anguiano, D. A., Observatorio Astronómico, Tacubaya, Méjico.
Arcimis, D. A., Director del Instituto Meteorológico Central, Madrid.
Assmann, Dr. Ricardo, Redactor *Das Wetter*, Schinkelpas, 6, Berlín.
Azambuja, D. G. A., Porto Alegre, Brasil.
Baker, Dr. Enrique B., Lansing, Michigan, E. U. A.
Bárcena, D. Mariano, Director del Observatorio Meteorológico Central, Méjico.



BARWICK, D. Jaime A., Director del *California State Weather Service*, Sacramento, California, E. U. A.

BATE, H. C., Nashville, Tennesee, E. U. A.

BATTLE, Dr. H. B., Director del *North Carolina State Weather Service*, Raleigh, Carolina del Norte, E. U. A.

BEUF, D. F., Observatorio de La Plata, Buenos Aires, República Argentina.

BEZOLD, Prof. Dr. W., Director del *Königl. Meteorologischen Instituts*, Berlín.

BIESE, Dr. Ernesto, Director del *Observatoire Magnétique et Météorologique*, Helsingfors, Finlandia.

BILWILLER, Prof. Roberto, Director del *Schweiz. Meteorologischen Central-Austalt*, Zurich, Suiza.

BLODGET, D. Lor., Filadelfia, Pensilvania, E. U. A.

BREWER, Prof. W. H., New Haven, Connecticut, E. U. A.

BRITTO CAPELLO, J. C., *Observatorio do Infante D. Luiz*, Lisboa, Portugal.

BRÜCHNER, Prof. D., Berna, Suiza.

BRYAN, D. D., Director del *Texas State Weather Service*, Galveston, E. U. A.

BUCHAU, Dr. Alej., *Scottish Meteorological Society*, 122 George St., Edimburgo.

BURKE, D. F., Louisville Kentucky, E. U. A.

BUTLER, D. A. P., Columbia, Carolina del Sur, E. U. A.

CARPMAEL, D. Carlos, *Meteorological Service*, Toronto, Canadá.

COLIN S. J., R. P. E., Director del *Observatoire Royal*, Tananarivo, Madagascar.

COLLADON, Prof. Daniel, Univ. Ginebra, Suiza.

COPELAND, Dr. R., Edimburgo, Escocia.

COUGER, D. N. B., del *Weather Bureau*, E. U. A.

CRAIG, D. Juan, Springfield, Illinois, E. U. A.

CRAIGHILL, Dr. F. A., Lynchburg, Virginia, E. U. A.

CRULS, D. L., Director del *Observatorio do Rio Janeiro*, Brasil.

CHARK, Dr. W. B., Director del *Mariland State Weather Service*, Baltimore, Marilandia, E. U. A.

CHEVALIER S. J., R. P. Estanislao, Director del *Observatoire Magnétique et Météorologique* de Zi-ka-wei, cerca de Shan-ghai, China.

CHRISTIE, D. A. M., Londres.

CHUBBUCK, D. L., Director del *Missouri State Weather Service*, Columbia, Missouri, E. U. A.

DANCKELMAN, Dr. Alej., Freidrichstrasse, 191, Berlín.
DAVIS, D. W. G., Director de la Oficina meteorológica argentina, Córdoba, República Argentina.
DAVIS, Prof. W. M., *Harvard Coll.*, Cambridge, Massachussetts, E. U. A.
DENISON, Dr. Carlos, Denver, Colorado, E. U. A.
DENZA, R. P. F., Barn., Director de la *Specola Vaticana,* Roma.
DOBERCK, Dr. W., Director del *Hong-Kong Observatory*, China.
DŒRING, D. Oscar, Córdoba, República Argentina.
DRAPER, Prof. Daniel, Director del *Central Park Observatory*, Nueva York.
DUNWOODY, H. H. C., Del *Weather Bureau*, Washington, E. U. A.
EBERMAYER, Dr. Ernesto, *Univ. München*, Baviera.
ELLERY, D. R. F. I., Director del Observatorio de Melbourne, Victoria, Australia.
ELLIOT, D. J., Calcuta, India.
ERK, Dr. Fritz, K. b. *Meteorologischen Central-Station*, Munich, Baviera.
ESCHENHAGEN, Dr. Max., *Vorstand der Magnetischen Abteilung des Königl. Prenssischen Meteorologischen Instituts,* Berlín.
EVANS, D. E. A., Detroit, Michigan, E. U. A.
FAYE, D. H., Miembro del Instituto, París.
FEURTES, Prof. E. A., Director del *New-York State Weather Service,* Ithaca, Nueva York, E. U. A.
FINLEY, J. P., E. U. A.
FORSTER, Dr. A., Director del *Tellurischen Observatorium*, Berna, Suiza.
FRIEND, Prof. C. W., Director del *Nevada State Weather Service*, E. U. A.
FULTON, Prof. R. B., Director del *Mississipi State Weather Service,* Mississipi, E. U. A.
GLASS, D. E. J., Helena, Montana.
GLASSFORD, W. A., De la Legación de los Estados Unidos, París.
GLENN, D. S. W., Huron, Dakota del Sur, E. U. A.
GRANT, Dr. E. A., Louisville, Kentucky, E. U. A.
GREELY, A. W., Washington, E. U. A.
HALL, D. Jaime P., Nueva York, E. U. A.
HALL, D. Maxwell, Kingston, Jamaica O.
HANN, Prof. Dr. J., Director del *K. K. Central Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus Hobe-Warte*, Viena, Austria.
HARDING, D. Carlos, Londres.
HARRIS, Prof. A. W., Departamento de Agricultura, E. U. A.
HAYDEN, Ev., Oficina Hidrográfica, E. U. A.

HAYDEN, D. J. C., Tucson, Arizona, E. U. A.
HAYES, H. E., Director del *Oregon State Weather Service.*
HAZEN, D. Enrique, Profesor de Meteorología en el *Weather Bureau,* E. U. A.
HELMHOLTZ, Prof. Dr. H., Berlín.
HELLMANN, Dr. G., Redactor del *Meteorologischen Zeitschrift,* Berlín.
HEPITES, D. Est., Director del *Service Météorologique*, Bukharest, Rumanía.
HERGESSELL, Dr., *Vorstand des Meteorologischen Beobachtungs-System der Reichslande*, Strasburgo.
HILDEBRAUDSSON, Prof. Dr. H. H., Director del *Meteorologischen Observatoriums,* Upsala, Suecia.
HILGARD, Prof. E. W., Berkeley, California, E. U. A.
HINRICHS, Dr. G. St. Louis, Missouri, E. U. A.
HOOREMAN. Jefe del Servicio Meteorológico en el Real Observatorio de Bruselas, Bélgica.
HUSTON, Prof. H. A., Director del *Indiana State Weather Service*, Lafayette, Indiana, E. U. A.
JOHNSON, Prof. S. W., New Haven, Connecticut, E. U. A.
KLOSSOFFSKY, Prof. A., Odessa, Rusia.
KOBAYASHI, K., Director del Observatorio Meteorológico Central, Tokio, Japón.
KOEPPEN, Dr. W., Hamburgo, Alemania.
KOUKOLY, Dr. N., Director del *Meteorologischen Central-Austalt,* Buda-Pesth, Hungría.
KREMSER, Dr. V., Redactor del *Zeitschrift für Suftschiffarht,* Berlín.
KWIETNIEWSKY, Prof., Varsovia, Rusia.
LACOINE, D. E., Subdirector del Observatorio Imperial Meteorológico, Constantinopla, Turquía.
LANCASTER, D. A., Redactor de *Ciel et Terre*, Ouckene, Bélgica.
LANG, Dr. C., Director del *Königl. Bayerischen Meteorologischen Central-Station*, Munich, Baviera.
LATHAM, D. B., Londres.
LEMSTRÖM, Prof. K. S., Helsingfors, Finlandia, Rusia.
LOCKE, Sr. F., Director del *Arkansas State Weather Service,* Little Rock, Arkansas, E. U. A.
LORENZ, Dr. J., Viena, Austria.
LOUD, Prof. F. H., Colorado, E. U. A.
LOVEWELL, Prof. J. T., Director del *Kansas State Weather Service*, Topeka, Kansas, E. U. A.

LOWE, Prof. T. S. C., Pasadena, California, E. U. A.
MACK, Prof. Dr., Director del *Königl. Würtembergischen Meteorologischen, Central-Station*, Stuttgart, Alemania.
MARIÉ-DAVY, Prof. H., París.
MARVIN, Carlos F., Profesor de Meteorología del *Weather Service*, Washington.
MASCART, D. E., Director del *Bureau Central Météorologique,* París.
MAURY, Prof. T. B., Nueva York, E. U. A.
MC GANN, M. E. W. Nueva Brunswich, E. U. A.
MELDRUM, D. Carlos, Director del Observatorio de la Isla Mauricio.
MELL, Prof. P. H., Director del *Alabama State Weather Service,* Auburn, Alabama, E. U. A.
MENDENHALL, Dr. T. C., Superintendente del *Coast and Geodeiic Survey* de los Estados Unidos.
MEYER, Dr. W., Redactor del *Himmel und Erde,* Berlín.
MILLER, D. S. W., Denver, Colorado, E. U. A.
MOHN, Prof. H., Director del *Meteorologischen Instituts*, Cristianía, Noruega.
MOORE, D. W. L., Milwankee, Wisconsin, E. U. A.
MORRILL, D. P., Director del *Georgie State Weather Service,* E. U. A.
MÜTTRICH, Dr. A. K., Eberswalde, Alemania.
NEUMAYER, Prof. Dr., Hamburgo, Alemania.
OETTINGEN, Prof. A., Jefe del Servicio Pluviométrico, Dorpat, Rusia.
OLIVIER, Dr. M., París.
PAULSSEN, D. A., Copenhague, Dinamarca.
PEDLER, D. A., Bengala.
PICKERING, Prof. E. C., Cambridge, Massachussetts, E. U. A.
PINHEIRO, D. A. P., Departamento Naval de Río Janeiro, Brasil.
PITTIER, Prof. E., San José, Costa Rica.
POGSON, Dr. J., Madras, India.
(*) PUJAZÓN, D. Cecilio, Instituto y Observatorio de Marina, San Fernando, España.
REMONDINO, Dr. P. C., San Diego, California, E. U. A.
RÉNOU, D. E., Observatorio de *Parc St Maur*, París.
ROTCH, D. A. L., Director del *Blue Hill Observatory*, Readirlle, Massachussetts, E. U. A.

(*) Falleció á poco de ser nombrado miembro.

RUBENSON, Dr. R., Director del *Meteorologischen Central-Austalt,* Estokolmo, Suecia.

RUSSELL, D. H. C., Sidney, Nueva Gales del Sur.

RUSSELL, T., Profesor de Meteorología, *Weather Bureau*, Washington, E. U. A.

SADERRA MATA, S. J., R. P. Miguel, Director del Observatorio Meteorológico de Manila, Islas Filipinas.

SAGE, D. J. R., Director del *Iowa State Weather Service,* Desmoines, Iowa.

SCOTT, D. R. H., Secretario del *Meteorological Service,* Londres.

SCHOTT, Prof. C. A., *Coast and Geodetic Survey,* Washington, E. U. A.

SCHREIBER, Dr. P., Director del *Königl. Sachsischen Meteorologischen Instituts in Ghemnitz,* Alemania.

SCHULTHEISS, Dr., Asistente del *Badischen Central Bureau für Meteorologie und Hydrographie,* Karlsruhe, Alemania.

SIDKY, Dr. A., Cairo, Egipto.

SNELLEN, Dr., Utrecht, Holanda.

STRACHEY, D. R., Presidente del *Meteorological Council,* Londres.

STURDY, D. E. W., Washington, E. U. A.

SWEZEY, Prof. G. D., Crete. Nebraska, E. U. A.

SYMONS, D. G. J., Londres.

TACCHINI, Prof. P., del *Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica,* Roma.

TEISSERENC DE BORT, D. L., del *Bureau Central Météorologique,* París.

THOMAS, Prof. B. F., Director del *Ohio State Weather Service,* Columbus, Ohio, E. U. A.

TISSANDIER, D. Gaston, Editor de *La Nature,* París.

TODD, Prof. C., Astrónomo, Adelaida, Australia.

TROMBOLT, Prof. S., Bergen, Noruega.

UPTON, Prof. Winslow, Providence, Rhode-Island, E. U. A.

VEYARE, D. J. I., Oficina Central Meteorológica, Santiago, Chile.

VIÑES S. J., R. P. Benito, Director del Observatorio del Real Colegio de Belén, Habana.

WALDO, Dr. F., Princeton, Nueva Jersey, E. U. A.

WALTZKOFF, Prof., Sophia, Bulgaria.

WILD, Dr. H., Director del Observatorio Físico Central, San Petersburgo, Rusia.

WOEIKOFF, Prof. Dr. A., San Petersburgo, Rusia.

WRAGGE, D. C. L., Brisbane, Queensland, Australia.

ZECH, Prof. Dr., Director del *Königl. Würtembergischen Central-Station,* Stuttgart, Alemania.

II

TRABAJOS PRESENTADOS AL CONGRESO

Ofrecemos en este párrafo una lista completa de los trabajos anunciados ó presentados á la Junta del Congreso Meteorológico de Chicago para ser en él leídos y discutidos. Imprimiéronse estos títulos en dos publicaciones separadas y en distintos tiempos. En la posterior, que apareció como suplemento de la primera lista, se publicaron los títulos de los documentos recibidos con retraso, sin clasificarlos por sesiones, sino sólo por Secciones; por esta razón se ha tenido que alterar algo el orden de sesiones publicado en la primera lista á fin de conservar el orden de materias. Algunos de estos trabajos, aunque anunciados, no fueron definitivamente presentados al Congreso; y son los que hemos señalado con un asterisco para que las personas dedicadas á esta clase de estudios, sepan cuáles son los que no aparecerán en la publicación oficial que se está preparando en el *Weather Bureau* de Washington.

SECCIÓN A

Instrumentos y Métodos de Observación

PRESIDENTE: Prof. C. A. Schott (del *Coast and Geodetic Survey* de los Estados Unidos).

PRIMERA SESIÓN

1. Resumen histórico acerca de los instrumentos meteorológicos.
   Prof. Dr. E. Gerland. — Clausthal, Alemania.

2. Discusión acerca del mérito relativo de los anemómetros de uso general.
   W. E. Dines. — Oxshott, Inglaterra.



3. Discusión acerca del mérito relativo de los varios modelos de termógrafos de máxima y mínima.
Dr. Daniel Draper. — Nueva York, Estados Unidos.

SEGUNDA SESIÓN

4. Mérito relativo de los aparatos registradores de la caída de nieve y agua.
5. Sobre el estudio de las regiones superiores de la atmósfera por medio de las estaciones meteorológicas en las montañas.
Prof. Dr. J. Hann. — Viena, Austria.
6. Sobre el estudio de las regiones superiores de la atmósfera por medio de la observación de las nubes.
Dr. F. Vettin. — Berlín, Alemania.
7. Sobre el estudio de las capas superiores de la atmósfera por medio de globos cautivos ó libres.

TERCERA SESIÓN

8. Sobre qué base y con qué método se harán y compilarán mejor las observaciones de la iluminación solar.
Prof. O. Chwolson. — San Petersburgo, Rusia.
9. Observaciones del polvo atmosférico con especial referencia á los instrumentos y métodos de observación.
J. Aitken. — Darroch, Escocia.
10. Acerca de la construcción de termómetros de aire en sustitución de los termómetros ordinarios de alcohol y de mercurio.
Dr. A. Sprung. — Potsdam, Prusia.

SECCIÓN B

Meteorología Teórica

PRESIDENTE: Prof. Cleveland Abbe (del *Weather Bureau* de los Estados Unidos).

PRIMERA SESIÓN

1. Evaporación del agua y su distribución en la atmósfera.
Prof. Dr. A. Weileomann. — Zurich, Suiza.



2. Temperatura del aire como dependiente de propiedades físicas.
Dr. J. Maurer. — Zurich, Suiza.

3. Termodinámica de la atmósfera.
Prof. Dr. W. von Bezold. — Berlín, Alemania.

4. Aplicación de la hidrodinámica teórica á los problemas de la circulación general de la atmósfera.
Dr. A. Sprung. — Berlín, Alemania.

5. Relación entre la teoría y los hechos de la circulación general de la atmósfera.
D. L. Teisserenc de Bort. — París, Francia.

SEGUNDA SESIÓN

6. Influencia de las elevaciones y depresiones de la superficie terrestre en modificar la circulación general de la atmósfera.
Dr. F. Vettin. — Berlín, Alemania.

7. Naturaleza de los ciclones y anticiclones.
Dr. J. Hann. — Viena, Austria.

8. Mecánica de los movimientos atmosféricos en los ciclones y anticiclones.
Prof. Dr. Max Möller. — Braunschweig, Alemania.

9. Los tifones en el Mar de la China.
Dr. W. Doberk. — Hong-Kong, China.

10. Teorías y hechos relativos á los huracanes de la India.
J. Elliot. — Calcuta, India.

TERCERA SESIÓN

11. Teorías y hechos relativos á los huracanes de las Indias Occidentales.
R. P. Benito Viñes S. J. — Habana, Cuba.

12. Estado presente de las teorías mecánicas acerca de las fluctuaciones diarias del barómetro.
Dr. E. Korselt. — Annaberg, Alemania.

13. Carácter y teorías de las fluctuaciones diarias de presión, temperatura y viento en las estaciones altas y bajas.
Prof. J. M. Pernter. — Innsbruck, Austria-Hungría.

14. Señales precursoras de los tifones en el Archipiélago Filipino.
R. P. Federico Faura S. J. — Manila, Islas Filipinas.



15. Teoría mecánica de los temporales ó turbonadas.
Dr. L. de Marchi. — Pavía, Italia.

CUARTA SESIÓN

16. Turbonadas en los Alpes austriacos.
Prof. Carlos Prohaska. — Gratz, Austria-Hungría.

17. Turbonadas en la Alemania del Norte.
Prof. Dr. W. von Bezold. — Berlín, Alemania.

18. Investigaciones acerca de las turbonadas de Baviera y Alemania del Sur.
Dr. F. Horn. — Munich, Alemania.

19. Turbonadas ó tronadas en Sajonia, Alemania.
Prof. Dr. Pablo Schreiber. — Chemnitz, Alemania.

20. Turbonadas de la India.
Juan Elliot. — Calcuta, India.

QUINTA SESIÓN

21. Turbonadas en el Nordeste de China.
R. P. E. Chevalier. — Zi-Ka-Wei, China.

22. Turbonadas en el Canadá.
R. P. Supart. — Toronto, Canadá.

23. Turbonadas en Nueva Zelandia.
J. Hector. — Wellington, Polinesia.

24. Turbonadas en Jamaica.
Maxwell Hall. — Jamaica, Antillas.

25. Turbonadas en el Sur de Rusia.
Prof. A. Klossoffski. — Odessa, Rusia.

SEXTA SESIÓN

26. Turbonadas en Manila.
R. P. Miguel Saderra Mata S. J. — Manila, Islas Filipinas.

27. Turbonadas en Nueva Inglaterra.
R. de C. Ward. — Cambridge, Massachussetts, E. U.

28. Turbonadas y tornados en los Estados Unidos.
Prof. E. A. Hazen. — Washington, Distrito de Columbia.

29. Período diurno de lluvia en Würtemberg.
Dr. K. Mack. — Stuttgart, Alemania.

30. Nota acerca de las turbonadas de Portugal y Angola.
J. C. de Britto Capello. — Lisboa, Portugal.

Séptima Sesión

31. Turbonadas en Inglaterra.
W. Marriott. — Londres, Inglaterra.

32. Turbonadas en las Islas Hawai.
C. J. Lyons. — Honolulu, Sandwich.

33. Mecanismo de las brisas de tierra y mar.
R. de C. Ward. — Cambridge, Massachussetts.

34. Estado actual de las explanaciones teóricas acerca de los varios fenómenos ópticos de la atmósfera.
Prof. E. Mascart. — París.

35. Influencia de la fuerza directriz de la rotación de la tierra en el movimiento del aire.
Dr. Nils Ekholm. — Estokolmo, Suecia.

36. Importancia teórica y práctica de una serie de mapas diarios del tiempo en los hemisferios Boreal y Austral.
Prof. Dr. H. Wild. — San Petersburgo, Rusia.

37. Olas atmosféricas de presión y otras investigaciones aerodinámicas.
Dr. Max. Margules. — Viena, Austria.

38. Influencia de la rotación de la tierra en los movimientos de su superficie y especialmente en la propagación de las ondas atmosféricas.
Prof. L. L. Lindelof. — Helsingfors, Rusia.

39. Turbonadas en la isla Mauricio.
Carlos Meldrum. — Mauricio, Islas Mascareñas.

SECCIÓN C

Climatología

PRESIDENTE: Prof. F. E. Nipher *(Washington University,* St. Louis).

PRIMERA SESIÓN

1. Condiciones climatológicas de Austria-Hungría.
Prof. Dr. J. Hann. — Viena, Austria.

2. Organización para el desarrollo de la Climatología en el Imperio Alemán.
Dr. Hugo Meyer. — Berlín, Alemania.

3. Clima de Noruega.
Prof. H. Mohn. — Cristianía, Noruega.

4. (*) Clima de Rusia.
Prof. H. Wild. — San Petersburgo, Rusia.

5. (*) Clima de la América Central.
Prof. P. Reitz.

SEGUNDA SESIÓN

6. Condiciones climatológicas de Dinamarca.
Adam Paulsen. — Copenhague, Dinamarca.

7. Clima de la ciudad de Méjico.
Mariano Bárcena. — Méjico.

8. Clima del Archipiélago Malayo.
Van der Stok. – Batavia, Java.

9. Clima de la Gran Bretaña é Irlanda.
Carlos Harding. — Londres.

10. (*) Condiciones generales del clima de Francia.
Prof. A. Angot. — París.

TERCERA SESIÓN

11. Condiciones generales del clima de los Estados Unidos.
Prof. E. A. Hazen. — Washington, Distrito de Columbia.

12. Condiciones climatológicas de las Indias Occidentales.
Prof. Maxwell Hall. — Kingston, Jamaica.

13. Meteorología Alpina.
R. P. F. Denza, Barn. — Roma.

14. Clima del Asia Occidental y Meridional.
W. L. Dallas. — Calcuta, India.

15. Clima de Neerlandia.
Prof. M. Snellen. — Utrecht, Holanda.

16. Terremotos de Centro América.
Prof. E. Pittier. — San José, Costa Rica.

SECCIÓN D

Clima y Agricultura

PRESIDENTE: H. H. C. Dunwoody (Estados Unidos).

PRIMERA SESIÓN

1. Qué elementos meteorológicos han de observarse particularmente por su especial relación é influencia en la vegetación.
Prof. Dr. P. Schreiber. — Chemnitz, Alemania.

2. Influencia de la luz, temperatura y humedad en la germinación de las plantas.
Prof. W. Detmer. — Jena, Alemania.

3. (*) Climas y su relación con la vida vegetal.
Dr. R. Hornberger. — Münden, Alemania.

4. Constantes fenológicas.
Prof. Dr. Jhue. — Friedberg, Alemania.

5. (*) Relación del campo abierto y del bosque con la temperatura y humedad del aire, con la temperatura del suelo, y con la temperatura del interior de los árboles.
Prof. R. C. Kedzie. — Colegio de Agricultura, Michigan.

SEGUNDA SESIÓN

6. Relación entre las plantas y el nitrógeno atmosférico.
Prof. W. O. Atwater. — Washington, Distrito de Columbia.

7. Importancia de las observaciones meteorológicas para la Horticultura.

   Prof. L. H. Bailey. — Ithaca, Nueva York.

8. Clima y cosechas de la costa del Pacífico en los Estados Unidos.

   Dr. E. W. Hilgard. — Berkeley, California.

9. Vientos perjudiciales á la vegetación y á las cosechas.

   G. E. Curtis. — Washington, Distrito de Columbia.

TERCERA SESIÓN

10. Efecto de los bosques en la temperatura y lluvias.

    Prof. B. E. Fernow. — Washington, Distrito de Columbia.

11. Relación entre las condiciones climatológicas y el desarrollo del maíz.

    Tomás F. Hunt. — Columbus, Ohio.

12. Climatología y Agricultura y su relación con el riego.

    R. J. Hinton. — Washington, Distrito de Columbia.

13. Climatología y vida de los insectos, con especial referencia á los daños causados por las pestes de insectos en las cosechas importantes.

    Prof. C. V. Riley. — Washington, Distrito de Columbia.

CUARTA SESIÓN

14. Clima y su relación con las más importantes cosechas de frutos.

    E. F. Smith. — Washington, Distrito de Columbia.

15. Relación entre las plantas, la humedad y el suelo.

    Prof. M. Whitney. — Baltimore, Marilandia.

16. Sequías y hambres en la India.

    J. Elliot. — Calcuta, India.



SECCIÓN E

Meteorología Marítima

PRESIDENTE: G. E. Beehler (del Servicio Hidrográfico de los Estados Unidos).

PRIMERA SESIÓN

1. Predicción de las tempestades del mar. Métodos mejores para hacer útiles al Comercio semejantes pronósticos.
W. Allingham. — Londres, Inglaterra.

2. (*) Cooperación internacional en fomentar y publicar los resultados relativos á la Meteorología Oceánica.
Prof. E. Knipping. — Hamburgo, Alemania.

3. Erección de observatorios meteorológicos en islas diseminadas sobre el Océano, puestas en comunicación con el Continente por cables telegráficos.
Príncipe Soberano de Mónaco.

4. (*) Observaciones de las nubes en el mar, por medio del nefóscopo.
Prof. Cleveland Abbe. — Washington, Distrito de Columbia.

SEGUNDA SESIÓN

5. El barómetro en el mar.
T. S. O'Leary. — Washington, Distrito de Columbia.

6. Estado presente de nuestros conocimientos acerca del cambio de variación del compás de marear, juntamente con el bosquejo de un plan para procurarse datos conducentes al descubrimiento de su causa y período.
G. W. Littlehales. — Washington, Distrito de Columbia.

7. Relación entre la presión barométrica y la dirección y fuerza de las corrientes del Océano.
G. E. Beehler. — Washington, Distrito de Columbia.

8. Tempestades al Norte del Atlántico.
E. E. Hayden. — Washington, Distrito de Columbia.



TERCERA SESIÓN

9. Tempestades al Sud del Atlántico.
A. P. Pinheiro. —Rio Janeiro, Brasil.

10. Nubes y su utilidad para el marino.
A. L. Rotch. — Boston, Massachussetts.

11. Fluctuaciones periódicas y anormales en la latitud de las trayectorias de las tempestades.
M. A. Veeder. — Lyons, Nueva York.

12. Temperaturas del Océano y corrientes oceánicas.
A. Hautreux, de la Marina francesa.

SECCIÓN F

Servicios Meteorológicos

PRESIDENTE: Prof. C. Carpmael (Director del Servicio Meteorológico del Canadá, Toronto).

PRIMERA SESIÓN

1. ¿Qué Estaciones meteorológicas convendría añadir á las ya existentes para bien de la Meteorología y Climatología? ¿La publicación de los datos climatológicos debería hacerse por Estaciones ó por distritos como representados por las Estaciones?
Prof. Dr. J. Hann. — Viena, Austria.

2. Estilo de las publicaciones oficiales y disposición y arreglo de los datos. ¿Qué deberían contener los mapas diarios del tiempo? ¿Cuál debería ser el tamaño de dichos mapas? ¿Qué boletines convendría publicar?
R. H. Scott. — Londres, Inglaterra.

3. Incumbencia de los Observatorios meteorológicos oficiales.
H. H. C. Dunwoody. — Washington, Distrito de Columbia.

4. (*) ¿Cuál es el estado de nuestros conocimientos sobre los métodos de predecir el desarrollo y progreso de las áreas de baja y alta presión?
D. L. Teisserenc de Bort. — París.



SEGUNDA SESIÓN

5. Predicción de las temporadas de secas y de lluvias.
   J. Elliot. — Calcuta, India.

6. Grado de precisión á que se ha llegado al presente en varios países en la predicción del tiempo con uno, dos ó tres días de anticipación. ¿Qué elementos meteorológicos convendría principalmente predecir?
   Prof. Dr. W. J. Van Bebber. — Hamburgo, Alemania.

7. Método mejor para comprobar las predicciones del tiempo.
   Prof. Dr. W. Koeppen. — Hamburgo, Alemania.

8. (*) ¿Á qué grado de perfección se ha llegado al presente en diversos países en la predicción de fríos y escarchas perjudiciales con uno, dos ó tres días de anticipación? ¿Qué principios se han adoptado en semejantes predicciones, y qué clase de investigaciones ó estudios están llamados á aumentar su exactitud?
   A. Angot. — París.

TERCERA SESIÓN

9. ¿Sería buen plan tener tres Estaciones escogidas para hacer observaciones automáticas de truenos, y observaciones automáticas de la inducción producida por efecto de la descarga eléctrica, con el objeto de determinar la energía de la chispa del rayo?
   A. Macadie, M. A. — Washington, Distrito de Columbia.

10. (*) Código Internacional para correspondencia relativa á grandes ciclones, grandes elevaciones barométricas, etc., etc.
    L. Teisserenc de Bort. — París.

11. Código Internacional para correspondencias relativas á auroras y alteraciones magnéticas.
    Dr. M. A. Veeder. — Lyons, Nueva York.

12. Modo de utilizar las observaciones de las nubes para predicciones del tiempo, así locales como generales.
    A. Macadie, M. A. — Washington, Distrito de Columbia.

CUARTA SESIÓN

13. ¿Á qué grado de precisión se ha llegado en diversos países en la predicción de turbonadas ó tronadas con uno, dos, ó tres días

de anticipación? ¿Sería bueno establecer una serie general de observaciones de turbonadas? Uso del teléfono en las observaciones de turbonadas distantes.

Dr. R. Billwiller. — Zurich, Suiza.

14. ¿Qué plan podría sugerirse para predecir las avenidas de los ríos?

M. Babinet, C. E. — París.

SECCIÓN G

Electricidad Atmosférica y Magnetismo Terrestre

PRESIDENTE: Prof. F. H. Bigelow (del *Weather Bureau* de los Estados Unidos).

PRIMERA SESIÓN

1. Representación cartográfica de la distribución de las fuerzas del Magnetismo Terrestre y sus variaciones.

Prof. Dr. G. Neumayer. — Hamburgo, Alemania.

2. Servicio Magnético de Europa y Asia.

A. von Tillo. — San Petersburgo, Rusia.

3. Servicio Magnético de la América Septentrional.

Prof. C. A. Schott. — Washington, Distrito de Columbia.

4. Sobre la construcción y compensación de los aparatos magnéticos.

Dr. Tomás Edelmann. — Munich, Alemania.

SEGUNDA SESIÓN

5. Relaciones cósmicas manifestadas en las perturbaciones simultáneas, de las condiciones físicas del sol, de las auroras y del campo magnético terrestre.

Prof. Selim Lemström. — Helsingfors, Finlandia.

6. Acción magnética del Sol sobre la Tierra, inclusa su relación con las condiciones meteorológicas de la atmósfera.

Prof. F. H. Bigelow. — Washington, Distrito de Columbia.

7. Expediciones polares internacionales de 1882-83.

Dr. C. Börgen. — Wilhelmshaven, Alemania.

8. Origen y distribución de la electricidad atmosférica.
Dr. T. Elster y Dr. H. Geitel. — Wolfenbüttel, Alemania.

TERCERA SESIÓN

9. Condiciones actuales del análisis matemático aplicado al magnetismo terrestre.
Prof. A. Schuster. — Manchester, Inglaterra.

10. Instrumentos eléctricos para la observación de la Electricidad Atmosférica; defensa contra los rayos.
M. Chauveau. — París.

11. Métodos para determinar la sensibilidad de los aparatos magnéticos.
Dr. M. Eschenhagen. — Potsdam, Alemania.

12. Sobre el descubrimiento de la declinación de la aguja magnética.
Dr. P. T. Bertelli. — Florencia, Italia.

SECCIÓN H

Ríos y avenidas

PRESIDENTE: Prof. Tomás Russell.

PRIMERA SESIÓN

1. Avenidas del Mississipi con referencia á la inundación del valle aluvial.
Guillermo Starling. — Greenville, Mississipi.

2. Planos de las avenidas del Mississipi.
J. A. Ockerson, Ingeniero de la Comisión del río Mississipi.

3. (*) Clasificación de los ríos.
Dr. A. Woeikoff. — San Petersburgo, Rusia.

4. Avenidas de los ríos de la Siberia.
Dr. Fr. Otto Sperk. — Smolensk, Rusia.

SEGUNDA SESIÓN

5. (*) Aparatos para medir la velocidad de las corrientes de los ríos.
E. E. Haskell.

6. Lluvias y modo de secar superficies llenas de agua cuando el desagüe es lento.
Prof. Ch. C. Brown. — Schenectady, Nueva York.

7. Predicción de las avenidas del Elba.
Ing. H. Richter. — Praga, Austria.

8. Principios y métodos para la predicción de subidas de nivel en el Rhin.
M. von Tein. — Carlsruhe, Alemania.

TERCERA SESIÓN

9. El Nilo.
Guillermo Willocks. — Cairo, Egipto.

10. (*) Lluvias y subida máxima de los ríos.
J. Craig. — Rangoon, Birman.

11. Predicción de avenidas en los Estados Unidos.
Prof. T. Russell. — Washington, Distrito de Columbia.

12. Método empleado en Francia para anunciar avenidas.
M. Babinet. — París.

SECCIÓN I

Historia y Bibliografía

PRESIDENTE: Oliverio L. Fassig (del *Weather Bureau* de los Estados Unidos).

PRIMERA SESIÓN

1. Historia de los mapas del tiempo ó meteorológicos.
Prof. M. W. Harrington. — Washington, Distrito de Columbia.

2. (*) Resumen histórico del desarrollo de la Meteorología en el Canadá.
Prof. Carlos Carpmael. — Toronto, Canadá.

3. Resumen histórico del desarrollo de la Meteorología en Méjico.
Rafael Aguilar. — Méjico.



4. Apuntes bibliográficos sobre la Meteorología y el Magnetismo Terrestre en los siglos XV, XVI y XVII.
Prof. Dr. G. Hellmann. — Berlín, Alemania.

SEGUNDA SESIÓN

5. Literatura meteorológica inglesa de los siglos XV, XVI y XVII.
G. J. Symons. — Londres, Inglaterra.

6. Breve historia de la Meteorología en los Estados Unidos.
Trabajos meteorológicos del departamento médico del ejército de los Estados Unidos.
Carlos Smart. — Washington, Distrito de Columbia.

7. Trabajos meteorológicos del Instituto Smithsoniano.
El Secretario del Instituto Smithsoniano.

8. Origen y servicios de la Sección Meteorológica que en los Estados Unidos tiene la Oficina Hidrográfica del Departamento Naval.
G. E. Beehler. — Washington.

TERCERA SESIÓN

9. Trabajos del Servicio Meteorológico de Señales de los Estados Unidos.
Prof. Cleveland Abbe — Washington.

10. Servicio Meteorológico Oficial de los Estados Unidos.
H. H C. Dunwoody. — Washington.

11. Primeros observadores del tiempo en los Estados Unidos.
A. J. Henry. — Washington.

12. Observaciones simultáneas en los Estados Unidos durante el siglo XVIII.
A. Macadie. — Washington.

CUARTA SESIÓN

13. Cooperación individual á la Meteorología Teórica en los Estados Unidos antes de 1830.
L. Blodgett. — Filadelfia, Pensilvania.

14. (*) Cooperación individual á la Meteorología Teórica en los Estados Unidos durante el período de Espy-Redfield (1830-55).
Prof. W. M Davis. — Cambridge, Massachussetts.



15. Cooperación individual á la Meteorología Teórica en los Estados Unidos durante el período Loomis-Ferrel (1855-91).

Prof. F. Waldo. — Princeton, Nueva Jersey.

16. Primeros ensayos de Bibliografía de los americanos que se han dedicado á la Meteorología.

Oliverio L. Fassig. — Washington.

CAPÍTULO TERCERO

Reseña Histórica de las Sesiones

Escribiremos esta reseña teniendo á la vista lo que se publicó en los diarios de Chicago durante la celebración del Congreso y lo que presenciamos en las mismas sesiones á que asistimos. La base histórica será la Minuta de las Sesiones del Congreso dada á luz por el Secretario del mismo, D. Oliverio L. Fassig.

I

SESIÓN DEL LUNES 21 DE AGOSTO

Á las 10 a. m. del 21 de Agosto, el Presidente del Congreso Auxiliar, C. C. Bonney, pronunció un discurso de bienvenida á todos los representantes de los Congresos Científicos y Filosóficos congregados en el Salón de Colón del Instituto de Artes de Chicago, Sala núm. XXXI.

The Chicago Daily Tribune, dando cuenta de esta apertura de los Congresos Científicos y Filosóficos en el número correspondiente al 22 de Agosto de 1893, decía: «1,500 hombres de ciencia y personas interesadas en investigaciones científicas reuniéronse ayer en el Salón de Colón del Instituto de Artes. Celebrábase la apertura de los Congresos Científicos y Filosóficos. Después del discurso de bienvenida por el Sr. Bonney, Presidente de los Congresos Internacionales de la Exposición, el Dr. R. N. Foster, Presidente

de la Comisión del Congreso Filosófico, pronunció un breve discurso; tomaron además la palabra el Prof. G. W. Hong, Catedrático de Astronomía en la Universidad del Norte; el Prof. W. H Willey, de Washington, que habló en nombre del Congreso de Químicos; el Sr. Oscar Oldbery, de Chicago; el Dr. Elliot Cones, del Instituto Smithsoniano; el príncipe de Rusia, Wolsouski; el Prof. S. A. Forbes, de la Universidad de Illinois; el Dr. Klein, de la Universidad de Gottingen; el Dr. Jorge Finzi, de Milán; el Prof. Tanika, de la Universidad del Japón; Guillermo Martindale, de Londres, y el Prof. Elisha Gray.»

Á las once de la mañana el Prof. F. H. Bigelow inauguró el Congreso Meteorológico en ausencia del presidente Marcos W. Harrington, que no pudo asistir personalmente á dicha apertura.

«Entre los meteorólogos presentes á la apertura del Congreso, dijo el periódico citado, *The Chicago Daily Tribune*, estuvieron el Dr. H. C. Frankenfield, de Chicago; el Capitán Pinheiro, del Brasil; el Prof. Lemström, de Helsingfors, Finlandia; el Prof. E. Mascart, de París; el Lugarteniente G. E. Beehler, de la Marina de los Estados Unidos; el R. P. Federico Faura S. J. y el R. P. José Algué S. J., de Manila; el Prof. C. Carpmael, de Toronto, y S. P. Fergue, de Boston.»

El Presidente interino, Prof. F. H. Bigelow, después de algunas frases de bienvenida, expuso brevemente el objeto y proyectos del Congreso y habló del resultado que de él se podía esperar. Diose luégo principio á la lectura de los trabajos presentados.

El primero que se leyó fue el del Capitán Pinheiro, Director del Servicio Meteorológico Brasileño, sobre *Las Tempestades del Atlántico Meridional*. Sección **E**, núm. 9. (Véase la lista de los trabajos presentados.)

El Lugarteniente Beehler, Presidente de la Sección **E**, leyó después un extracto ó compendio de los trabajos encabezados con los números siguientes pertenecientes á dicha Sección:

N.° 1 por el Sr. Allingham.
» 6 por el Sr. Littlehales.
» 12 por el Sr. Hantreux.
» 3 por el Príncipe de Mónaco.
» 5 por el Sr. O'Leary.

El Presidente de la Sección **I**, Sr. Fassig, leyó á continuación una de las memorias de su Sección; es á saber: *Trabajos Meteorológicos del Departamento Médico del Ejército de los Estados Unidos*, por el Sr. Smart.

El Sr. Clayton leyó acto seguido el trabajo presentado por el Secretario del Instituto Smithsoniano *Empresas Meteorológicas del Instituto Smithsoniano*.

«El Instituto Smithsoniano, dijo, generosamente fundado por particulares para el fomento de las artes liberales y de las ciencias, desde su fundación en 1847, se interesó con singular empeño por el desarrollo de la Meteorología, con tan buen éxito, que en 1870, reconocida la importancia de la empresa, creyó el Gobierno de los Estados Unidos deber propio suyo tomar la parte principal en este asunto, con la erección y organización definitiva de Servicios Meteorológicos: y ordenóse por acuerdo del Congreso al Jefe de Señales del Ejército, que publicara las observaciones y anunciara convenientemente las alteraciones probables del tiempo, en beneficio del Comercio y de la Agricultura.

»Los solos trabajos y publicaciones de Espy, Coffin y Schott bastarían para hacer benemérito de la Meteorología á semejante Instituto.

»Espy utilizó los trabajos y observaciones reunidos hasta su tiempo, para preparar sus famosos *Relatos Meteorológicos*. Coffin compiló multitud de observaciones para dar á luz su voluminosa obra acerca de las leyes de los vientos, y contribuyó con otras publicaciones meteorológicas á fomentar el estudio de la Meteorología. Schott examinó las observaciones y obtuvo por resultado la construcción de las tablas de temperatura y precipitación, que fueron publicadas por el Instituto en la serie de las publicaciones regulares intitulada *Contributions to Knowledge*.»

El Prof. Carpmael, Presidente de la Sección **F**, leyó algunos extractos de tres escritos pertenecientes á dicha Sección:

El núm. 2 por el Sr. Scott, y los núms. 12 y 9 por el Sr. Macadie.

Levantóse la sesión á la 1 $^1/_2$ p. m., dándose cita para el día siguiente, martes 22 de Agosto á las 10 a. m.

II

Sesión del Martes 22 de Agosto

Sesión abierta á las 10 a. m. por el Presidente Marcos W. Harrington.

Apenas abierta la sesión, el Prof. Lemström, de Helsingfors, propuso que se tuviera al día siguiente una junta extraordinaria á las 10 a. m., con



el objeto de concretar el programa de aquel día y aplazar la reunión ordinaria para las 10 y $^1/_2$ a. m. Quedó esto acordado.

El Prof. Mascart, de París, hizo un resumen de su trabajo acerca de los fenómenos ópticos de la atmósfera, perteneciente á la Sección **B**, ocupándose especialmente en la explicación del *arco iris blanco*. Hizo el mismo Mascart un resumen del trabajo del Sr. Chauveau acerca de los instrumentos destinados á la observación de la electricidad atmosférica, presentando muy interesantes diagramas y observaciones gráficas de varios fenómenos eléctricos que se verifican en la atmósfera.

El Capitán Pinheiro fue llamado á ocupar la Presidencia en tanto que el Presidente Harrington leía su interesante trabajo, *Historia de los Mapas diarios del tiempo*, cuyo extracto damos á continuación.

«Dos son, dijo, los elementos necesarios para hacer los mapas del tiempo: observaciones simultáneas y colección inmediata de las mismas.

»La necesidad de observaciones simultáneas, tiempo ha que se viene reconociendo. Desde 1772 á 1777, Tomás Jefferson y Jaime Madison hicieron observaciones simultáneas en Monticello y Williamsburgh, en Virginia, poblaciones distantes 120 millas.

»Casi al mismo tiempo proponía Lavoisier se erigiesen Observatorios Meteorológicos en diversos puntos del mundo con el objeto de obtener observaciones simultáneas, prometiéndose de esta práctica excelentes resultados. Borda había ya formulado una propuesta semejante.

»En cuanto á la rápida colección de observaciones, parece que Kreil fue el primero en llevarla á cabo por medio del telégrafo.

»La primera idea de publicar mapas del tiempo aparece en una carta de Brandes, fechada el 1.º de Diciembre de 1816.

»La impresión y publicación de mapas, tales como se divulgan ahora, comenzó en 1856 á expensas del Instituto Smithsoniano.

»Le-Verrier publicó en 1857 un Boletín Internacional con mapas semejantes.

»Las primeras predicciones del tiempo para los puertos se hicieron en 1860. Las cartas sinópticas no se publicaron hasta 1869.

»En los Estados Unidos se publicaban mapas diarios del tiempo desde el 1.º de Noviembre de 1870. En la actualidad se publican solamente dos. Se ha extendido este sistema rápidamente por el mundo, y actualmente son 18 los mapas que se publican en diversas naciones diariamente, inclusos los domingos, excepto el de Australia.



»Hé aquí las horas de observación simultánea para las diversas naciones:

Alemania.. . . .	8 a. m.	Francia.	7 a. m.
Argel.	7 a. m.	Gran Bretaña. . .	8 a. m.
Australia.	1 y 4 p. m.	India.	8 a. m.
Austria	7 a. m.	Italia.	8 a. m.
Baviera.	8 a. m.	Japón.	6 a. m., 2 y 10 p. m.
Bélgica.	8 a. m.	Rusia.	7 a. m.
España.	9 a. m.	Suecia..	8 a. m.
Estados Unidos. . .	8 a. m. y 8 p. m.	Suiza.	7 a. m.

»En todos los mapas se publican las predicciones del tiempo, excepto en el de Argel, dándose en columnas tabulares las observaciones de las diversas Estaciones Meteorológicas, desde 5 en el de Bélgica, hasta 130 en el americano y 138 en el ruso.

»Además de los mapas publicados dos veces al día en Washington, 73 Estaciones publican los suyos independientemente, abarcando cada uno un área considerable alrededor de la Estación como centro; por manera que el 1.º de Junio de 1893 se llevaban publicados 8,830 mapas: 6,257 en la edición de la mañana, y los restantes por la tarde.

»También ven la luz pública otros mapas cuya edición no es tan constante, pero que son verdaderos mapas diarios.» Hasta aquí el Prof. Harrington.

Aunque los Presidentes respectivos invitaban á los miembros del Congreso para discutir los puntos tratados en los discursos leídos, como los más de éstos versaban sobre materias positivas é históricas, no hubo lugar á discusión alguna.

Antes de leerse los dos trabajos presentados por el Sr. Dunwoody, correspondientes á la Sección **F** el uno, y el otro á la Sección **I**, á propuesta del Secretario, los delegados del Congreso de Directores de los Servicios Meteorológicos Oficiales, que se reunían en la sala contigua, fueron invitados para que asistiesen á la lectura de dichos escritos. Acudieron al efecto, en corporación. Acabada la lectura, el Dr. Duncan, de Chicago, hizo algunas observaciones acerca del contenido en las memorias leídas y habló de la posibilidad de predecir epidemias, como resultado debido al desarrollo de los Servicios Meteorológicos Oficiales.

En el decurso del Congreso surgió una grave dificultad. Pronto se conoció que en el breve espacio de tiempo destinado á las sesiones, era materialmente imposible leer no sólo la multitud de escritos presentados,



pero ni siquiera un extracto de los más importantes. Porque como los más de ellos no estaban redactados en inglés y el extracto debía hacerse en dicha lengua (pues según ley general de los Congresos internacionales, se ha de hablar la lengua del país en donde se celebran), la tarea de extractarlos, que pertenecía á los Presidentes de las respectivas Secciones, además de resultar larga y erizada de dificultades, quedaba reducida á muy pocas personas que poseyesen conocimientos no vulgares de varias lenguas. El Presidente Harrington, en vista de estas dificultades, tomados los pareceres de los miembros del Congreso, nombró una Junta que examinase los escritos presentados en otras lenguas distintas del inglés, y los extractase ó no en este idioma, conforme á la importancia que tuviesen.

La Junta nombrada por el Presidente General se componía de los miembros siguientes: El Sr. Mascart, el P. Faura, el Sr. Pinheiro, el Sr. Lemström y el P. Algué.

Conforme á esto se repartieron los escritos entre los miembros de dicha Junta.

Se cerró esta sesión del Congreso á las 2 p. m.

III

Sesión del Miércoles 23 de Agosto

Á las 10^h 15^m a. m. se dio principio á la sesión extraordinaria acordada el día anterior. Á nuestro juicio, fue ésta la sesión más importante del Congreso Meteorológico.

El Prof. Bigelow propuso que se leyesen primero los escritos cuyos autores estaban presentes, y que aquellos cuyos extractos estuviesen ya hechos, fuesen presentados por los Presidentes de las Secciones respectivas. Aceptóse la propuesta de común acuerdo.

No había extractos preparados de las Secciones **A**, **B**, **C** y **D**.

El resumen de los escritos correspondientes á la Sección **F**, fue leído por el Prof. Carpmael, quien dio comienzo por el núm. 5 que versaba sobre la *Predicción de las temporadas de secas y de lluvias*. Siguióse la lectura del trabajo presentado por el Sr. Babinet acerca de un *Proyecto para la predicción de las avenidas de los ríos.*



El Sr. Veeder leyó un trabajo suyo acerca de un *Código Internacional de cifras ó palabras convencionales, para correspondencia relativa á las auroras y perturbaciones magnéticas*.

El Prof. Bigelow, Presidente de la Sección **G**, presentó los escritos pertenecientes á dicha Sección; leyó el extracto de algunos, de otros solamente el título (á excepción del núm. 6, que se lo reservaba el autor para leerlo por extenso); versaba este trabajo sobre la *Acción magnética del Sol*, etc. La importancia de este escrito requiere que tratemos de él con alguna amplitud; tanto más, cuanto que motivó una interesante discusión, de todo lo cual daremos cuenta en el capítulo IV de esta Primera Parte.

Terminada la discusión motivada por el escrito de Bigelow, el P. Algué leyó un extracto del trabajo del P. Faura, *Señales precursoras de los tifones en el Archipiélago Filipino,* del cual trataremos en el capítulo siguiente, y presentó á los miembros del Congreso un modelo del aneroide de reciente invención, con su especial cuadrante, construído particularmente para beneficio de los que navegan por el Mar de la China y demás aguas que bañan el Archipiélago Filipino.

El mismo P. Algué dio cuenta de la bien trabajada obra del P. Ricardo Cirera S. J., Director de la Sección Magnética del mismo Observatorio Manilano, intitulada: *El Magnetismo Terrestre en Filipinas,* llamando la atención de la asamblea acerca de algunos puntos de tan importante trabajo, cuyo mérito fue de todos reconocido. Distribuyéronse ejemplares de dicho escrito á los presentes y se enviaron copias á todos los Observatorios y Establecimientos científicos de los Estados Unidos.

Quisieron algunos meteorólogos enterarse muy en particular y con vivo interés del Servicio Meteorológico del Archipiélago Filipino, de la organización y posición de las Estaciones secundarias y de otras circunstancias particulares del Observatorio de Manila; fue esta buena ocasión para que entendieran todos la importancia y utilidad de aquel Establecimiento que tanto honra á nuestro Gobierno y al de aquella colonia.

El Prof. Lemström propuso que se dividiese el Congreso en cuatro Secciones, en las cuales se entablaran discusiones relativas á los puntos importantes cuya resolución es urgente, para plantear de un modo conveniente los problemas especiales de la Meteorología Práctica; y que estas Secciones tomasen á su cargo recomendar al Congreso General los métodos de llevar adelante las observaciones ó investigaciones convenientes según el estado actual de las ciencias meteorológicas para que dicho Congreso General las examinase y resolviese.

No fue acogida la proposición del Prof. Lemström, por parecer ajena al intento y atribuciones del Congreso.

Leyóse en esta misma sesión un extracto de un importante trabajo de J. Elliot. Siendo la materia de este escrito tan práctica y relacionada con el principal objeto que se tuvo al declarar oficial el Observatorio de Manila, es decir, el estudio de los ciclones, daremos más adelante alguna noticia de las observaciones hechas por el reputado meteorólogo de Calcuta.

Terminóse la sesión á la 1^h 45^m p. m..

IV

Última sesión celebrada el Jueves 24 de Agosto

Diose principio á la sesión, como de costumbre, á las 10^h 20^m a. m. en la Sala núm. XXXI, presidiendo interinamente el Sr. Beehler.

Conforme á lo determinado en la sesión del día 22 respecto á la Junta nombrada para dar cuenta al Congreso de los trabajos importantes que no estuviesen redactados en inglés, el P. Algué extractó el escrito presentado por el Sr. Bárcena, Director del Observatorio de Méjico, y el que presentó el P. Denza, Barnabita, Director del Observatorio del Vaticano.

En su Memoria acerca de *La Meteorología Alpina*, daba cuenta el P. Denza de las Estaciones Meteorológicas erigidas en sitios elevados á lo largo de los Alpes, del resultado de las observaciones allí hechas, de las dificultades de la erección de tales Estaciones, de los elementos meteorológicos que se han de observar con preferencia en sitios elevados, de lo que se puede esperar de tales observaciones para el progreso de la Meteorología.

El Sr. Rotch, uno de los dos Presidentes de la Sección **F**, leyó en extracto los escritos pertenecientes á su Sección; el núm. 1 por el Prof. Hann, el núm. 6 por el Dr. Van Bebber y el núm. 7 por el Dr. Koeppen.

En conexión con la lectura del trabajo presentado por el Dr. Van Bebber, sugirió el Prof. Carpmael que se preparase y enviase al Dr. Bebber una relación del método empleado por el *Weather Bureau* de los Estados Unidos en la predicción del tiempo; y que él, por su parte, se comprometía á preparar la descripción del método empleado en el Servicio Meteorológico

del Canadá. Esto añadiría aún mayor interés al trabajo del Dr. Bebber y haría más valioso dicho escrito en cuanto se publicase.

El Prof. Lemström leyó la disertación del Prof. Lindelof, de Helsingfors, acerca de la *Influencia de la rotación de la Tierra en los movimientos que tienen lugar en su superficie, etc.*, perteneciente á la Sección **B.** Hace Lindelof en su escrito una breve reseña de las ecuaciones que ha hallado para determinar el movimiento de un cuerpo en la superficie de la tierra. Extiéndese en hacer ulteriores aplicaciones, variando el movimiento y la velocidad del móvil, con lo que explica muy interesantes hechos. Muestra que las olas atmosféricas siguen las mismas leyes, y hace importantes aplicaciones á la propagación de la inmensa ola causada por la erupción del Krakatoa. Valiéndose de las observaciones barométricas hechas en Berlín, prueba que la propagación de dicha ola fue modificada por la rotación de la Tierra conforme á las leyes teóricas.

Leyó el mismo Lemström el extracto de un escrito propio sobre las *Relaciones cósmicas manifestadas en las perturbaciones simultáneas del Sol, de las auroras y del campo magnético terrestre*, perteneciente á la Sección **G.**

Leyó el Sr. Beehler una resolución que fue aceptada por todos los presentes. Su tenor es como sigue:

«Reconociendo que los miembros de este Congreso no tienen poder legislativo, resuélvase que consten en la relación oficial de las actas de este Congreso las siguientes aspiraciones manifestadas por sus miembros.

»En vista de la importancia del número de escritos leídos ante el Congreso, y movidos por su carácter internacional, reclamamos el concurso de los meteorólogos para colaborar al estudio de estos puntos:

»1. Cooperación internacional á la observación de auroras.

»2. Observaciones simultáneas al instante del mediodía de Greenwich por todos los observadores en mar y tierra, independientemente y además de las otras observaciones.

»3. Investigación de la corriente polar magnética de la Tierra y determinación exacta del período de la rotación del Sol.»

El Sr. Fassig, Presidente de la Sección **I,** leyó el extracto de algunos documentos correspondientes á dicha Sección, que no habían sido leídos ó anunciados en las otras sesiones.

No carecían de interés algunas ideas emitidas por el Prof. D. G. Hellmann en su escrito titulado: *Apuntes bibliográficos sobre la Meteorología y el Magnetismo Terrestre en los siglos XV, XVI y XVII.*

La bibliografía de la Meteorología, dijo, está en su infancia. Los

materiales para la bibliografía y para la historia de la Meteorología son muy escasos. La literatura meteorológica antigua, sobre todo, es muy poco conocida.

En muchas obras que contienen asuntos generales de Astronomía, Cosmografía y otras semejantes, ni siquiera se menciona la palabra Meteorología.

Clasificadas por orden de lenguaje las obras meteorológicas de que se compone la biblioteca de Hellmann, resulta el siguiente cuadro:

Obras que tratan de asuntos meteorológicos escritas en los siglos XV, XVI y XVII:

En latín..	156
En alemán. .	37
En italiano. .	33
En francés. .	21
En inglés.	14
En holandés.	4
En griego.	3
En español. .	2 (1)

Luégo que el Sr. Fassig hubo terminado la lectura de los extractos, el Presidente declaró terminada la misión del Congreso Meteorológico, levantándose la sesión á la $1^h\ 30^m$ p. m.

(1) Bien se echa de ver que la Biblioteca de la redacción del *Meteorologische Zeitschrift*, que es la que consultó Hellmann, es incompleta, pues existen algunas más obras que tratan de asuntos meteorológicos escritas en español durante los siglos citados. — Téngase con todo en cuenta, que las obras de valor científico, en España se escribían generalmente en latín hasta el primer tercio de este siglo.



CAPÍTULO CUARTO

Extracto de algunos trabajos interesantes presentados al Congreso

---

I

Memoria de Bigelow sobre la Acción Magnética del Sol y discusión de su teoría

«El Sol, dijo Bigelow, se compone aparentemente de un núcleo que se acerca mucho al estado sólido, y de una corteza concéntrica: hállase en un estado físico de polarización, y emite un campo magnético que se comunica al éter que le rodea, siendo la intensidad de esta actividad magnética, á la distancia de la Tierra, como de 0,000115 *dinas* (c. g. s.) y por consiguiente capaz de composición con las líneas de fuerza del campo magnético permanente de la Tierra. Dicho campo magnético de la Tierra ejecuta una rotación sinódica en 26,68 días. Este período se ha deducido de observaciones hechas en siete Observatorios europeos desde 1878 hasta 1889 inclusive: y parece ya fuera de duda que existe una acción magnética directa del Sol sobre la Tierra.

»Podría deducirse la distribución del magnetismo en el Sol y determinarse enteramente su topografía magnética, investigando las líneas de fuerza ó corriente en la corona solar y las variaciones de los elementos mag-

4

néticos en la Tierra; mas este trabajo está aún por comenzar. Sábese ya que los polos magnéticos del núcleo solar, que yo llamo *polos de la corona*, están situados á unos 4° 30′ del eje de rotación, y que el polo Sud de la corona precede al del Norte unos 102° de longitud. El polo Norte es probablemente el positivo y el polo Sud parece ser algo más enérgico. Las líneas visibles de la actividad en la corona son en dicho campo magnético ciertas líneas de fuerza hechas visibles por peculiares condiciones físicas, como sucede con las auroras. Las bases de estas líneas están limitadas á dos zonas ó bandas estrechas de unos 15° de anchura, una en cada hemisferio, midiendo su distancia media angular de los polos magnéticos con corta diferencia 34°. Las manchas solares, si no son producto directo de este sistema magnético, guardan por lo menos íntima conexión con él; y tienen peculiar situación en el Sol, concurriendo mayor número de ellas en los meridianos de mayor intensidad magnética. El período de rotación de las regiones polares del Sol, derivado del campo magnético, es el mismo que el de la zona ecuatorial, deducido de las manchas solares, y da la media diaria de 868′7 de arco.

»Por otra parte, la fotoesfera solar parece ser el asiento de otro campo magnético; es decir, del campo electro-magnético, al que considera Maxwell como origen de las vibraciones luminosas. Las ondas etéreas originadas por las vibraciones atómicas de la materia de la fotoesfera se propagan en línea recta, constituyendo ondas eléctricas y magnéticas en cuadratura con la superficie de la atmósfera, las cuales, atravesando las capas de aire enrarecidas, dan lugar á una serie de transformaciones que aumentan en parte la longitud de la onda con disminución de su amplitud, y producen calor con la absorción del trabajo, debida á la resistencia de los átomos y á la electricidad estática de la atmósfera. (Véase Poincaré, *Electricité et Optique*, p. 69, parte II.)

»Habló además del campo de fuerza magnética constante, llamado *campo-radiante*, que actúa sobre las fuerzas del campo magnético terrestre sumergido en él, añadiendo que por medio de observaciones hechas en 30 Estaciones magnéticas situadas en diferentes puntos de la tierra se ha calculado la distribución de este campo magnético radiante, cuyas líneas de fuerza están alteradas por la tierra como por un conductor magnético; teniendo por seguro que los cálculos hechos acerca de las fuerzas de las perturbaciones magnéticas en la tierra, muestran que se verifican éstas á causa de las líneas de fuerza del campo de la corona; y que se combinan con el sistema complejo del campo radiante y con las líneas de fuerza del campo magnético, dando por resultado la alteración de los elementos



magnéticos tal como la indican frecuentemente los aparatos en los Observatorios.

»Las auroras parecen ser el resultado físico de las vibraciones inducidas de estos tres campos de fuerza magnética. No se ha llegado todavía á dar una solución matemática satisfactoria, ni mucho menos completa, de las funciones magnéticas, puesto que las ecuaciones analíticas aparecen muy complicadas por el número de variables que las constituyen, derivadas de peculiares condiciones astronómicas y magnéticas.

»Conviene tener muy en cuenta que de los dos campos magnéticos existentes en el Sol nos vienen á la Tierra dos diferentes clases de vibraciones etéreas: unas, las del campo radiante, son desviaciones lineales alternativas; otras, las del campo de la corona, son rotatorias ó vortiginosas. Estas vibraciones son manantial de fuerzas ó energías de naturaleza esencialmente diversa, y su aparición, transformación y disipación en la atmósfera constituyen la base de algunos fenómenos meteorológicos observados.

»La forma de la curva periódica, que representa las variaciones en intensidad del campo magnético de la corona, como un sistema de fuerzas desviatrices que actúan sobre el campo magnético terrestre, se determinó del modo siguiente. Las observaciones magnéticas dan descritas las tres componentes de las perturbaciones, á saber: la fuerza horizontal (positiva Norte), declinación (positiva Oeste) y fuerza vertical (positiva en dirección al interior), y la media diaria de estos elementos, relacionada con la media anual determinada por las medias mensuales, da lugar á una serie de residuos en coordenadas rectangulares. Cuando éstas se transforman en coordenadas polares equivalentes, representando ς = fuerza total, σ = componente horizontal, δ = ángulo vertical, β = ángulo azimutal, y se reúnen, aparece una serie de cambios periódicos, siendo muy notables los cambios en azimut. Este trabajo fue ejecutado por cinco Estaciones Europeas desde 1878 á 1889: Greenwich, Viena, Praga, Pawlowsk y Tiflis; agregándose París y Pola desde 1886, y Los Ángeles, Toronto, Zi-ka-wei y Batavia en 1887.

»Todas estas Estaciones que cubren el hemisferio del Norte y cuyas observaciones comprenden un período de tiempo igual á un ciclo de manchas solares de once años, son afectadas del mismo modo y simultáneamente por las mismas fuerzas, de suerte que en determinadas circunstancias por espacio de unos ocho días la dirección en azimut es, por ejemplo, Sud, á lo largo de los meridianos, y luégo en unas veinticuatro horas las direcciones en azimut quedan simultáneamente invertidas al Norte, posición en que permanecen por otro período mayor, por ejemplo, de diez y nueve

días. Estas peculiares inversiones de azimut acaecen á intervalos muy regulares de casi 27 días, de manera que salta á la vista la íntima conexión de este período con el de la rotación del Sol. Reduciendo los intervalos de 8 y de 19 días á grados, hallóse que el mismo intervalo mediaba entre los polos Norte y Sud en la corona solar, como muestran las fotografías que representan dicha corona. Así, pues, escogiendo el principio del intervalo corto como tiempo en que el polo Sud del sistema magnético del Sol está más cerca de la Tierra; mediante una serie de cálculos que incluían cuatro soluciones por el método de los mínimos cuadrados, es decir, para los días 3, 11, 17 y 22 del período, y combinando las observaciones de doce años, hallóse el período sinódico, cuya duración es de 26,67928 días, que equivale á 26 días, 16 horas, 18 minutos, 4,8 segundos, y que la época en que comenzó uno de estos períodos fue el 12,22 de Junio de 1887. Con estos datos se ordenaron unas efemérides magnéticas desde 1875 hasta 1900, que dan las fechas de la repetición del paso del polo Sud de la corona.

»Este período ha sido comprobado por caminos tan diferentes y se adapta tan perfectamente á cuanto se le aplica, que no dudaría en afirmar ser este el período natural que debería adoptarse en las computaciones magnéticas y meteorológicas. Debería asímismo este período reemplazar al de un mes; puesto que el mes no tiene relación alguna con repeticiones periódicas de estos fenómenos, y por consiguiente, los residuos quedan truncados en cuanto se aplican á una serie larga de observaciones.»

Pasó luégo el autor á ilustrar por medio de curvas comparativas la aplicación del período de la corona á diversos fenómenos meteorológicos. Notó algunas particularidades de la curva magnética y de las curvas de los diversos fenómenos meteorológicos.

En cuanto Bigelow hubo leído su trabajo, el Sr. Veeder objetó que era algo más largo el período magnético, el cual había él deducido estudiando la colección de observaciones de auroras, recogidas en el espacio de algunos años; pues del análisis de dichas observaciones resultaba ser dicho período de 27 días, 6 horas y 40 minutos, conforme á lo que, fuera de otras varias ocasiones, había él sostenido en la Academia de Ciencias de Rochester (*Proceedings of the Rochester Academy of Science*, vol. 2).

Atribuía Bigelow esta y otras divergencias á la existencia de máxima y mínima parciales. El Sr. Clayton apoyó y confirmó la opinión de Veeder con observaciones hechas en Blue Hill. Pueden verse desarrolladas sus razones en un comunicado que se imprimió el mes de Noviembre en el



Meteorological Journal, probando que no existen los ciclos del número de días, tales cuales los propone Bigelow.

Un diario de Chicago, *The daily inter Ocean*, en el número correspondiente al 24 de Agosto, daba cuenta de la sesión meteorológica del día 23 en estos términos: «Es éste, (el de Bigelow), un trabajo que ha de producir una verdadera revolución en los métodos empleados hasta el día de hoy por los meteorólogos en la predicción del tiempo; pues allana el camino para anunciar los cambios atmosféricos con tal anticipación cual nunca hasta el presente pudiera imaginarse. El Prof. Bigelow, empleado en el *Weather Bureau* de los Estados Unidos, ha investigado esta materia con perfección y originalidad de método, por un procedimiento que no se había aplicado hasta ahora á esta materia y con feliz y extraordinario resultado. Ha encontrado que la influencia magnética procedente del Sol y que actúa sobre la Tierra en líneas perpendiculares á la eclíptica tiene muy determinados efectos en nuestra atmósfera.

»Presentó á los miembros del Congreso quince diagramas, cada uno de los cuales contenía representaciones gráficas de las diversas fases del período y fluctuaciones magnéticas en varias partes del globo, obtenidas de observaciones ejecutadas en el transcurso de cuatro á cinco años. Estas curvas, trazadas independientemente unas de otras, con todo se corresponden de tal manera que encierran una significación lógica profunda. Todas ellas convienen en representar el mismo período de 26,68 días.»

II

Resumen de la disertación presentada por el P. Federico Faura sobre las Señales precursoras de los tifones en el Archipiélago Filipino.

El P. Faura, en una especie de introducción á su trabajo, habla de la ocasión que tomó el Gobierno Español para establecer en la hermosa colonia de Filipinas y Carolinas un servicio meteorológico regular; que no fue otra más que la predicción de los tifones que se venía haciendo con tanta ventaja de los habitantes y de los intereses comerciales de aquellas Islas mucho antes de que fuese declarado oficial el Observatorio de Manila.

Creyó el Gobierno deber fomentar y asegurar una Institución fundada por particulares y sostenida á costa de no pequeños sacrificios personales y pecuniarios por los Padres de la Compañía de Jesús, seis años después de su establecimiento en Manila, es decir, el año 1865.

Gracias á la solicitud y apoyo del Gobierno, son en número de veinticuatro las Estaciones Meteorológicas que funcionan en diferentes puntos del Archipiélago y suministran medios para predecir con alguna probabilidad el tiempo que amenaza al mismo. Luégo que las Filipinas se pusieron en comunicación telegráfica con las colonias inglesas de la China Oriental, la importancia y utilidad de predecir la dirección de los tifones, que siempre es en aquellas latitudes de Este á Oeste con alguna inclinación mayor ó menor hacia el Norte, según la época del año, fue tal que obligó al Gobierno de las colonias inglesas de la China Oriental y al del Imperio del Japón á solicitar oficialmente la intervención oficial del Director del Observatorio de Manila en hacer semejantes predicciones y avisar con antelación cuando juzgase que alguno de tan terribles meteoros amenazaba el Continente Asiático. En el Observatorio Central de Manila se reúnen y estudian las observaciones que se envían de los diversos Observatorios Secundarios, y desde allí se envían los cálculos probables del tiempo venidero á los puntos donde llega el telégrafo, que son en el Japón, Tokio y Nangasaki, y en la China y Cochinchina, Shang-hai, Fu-tcheo, Amoy, Hong-Kong, Haifon y Saigon, y en el Archipiélago Filipino muchas localidades del interior.

Expone luégo el P. Faura los elementos con que se hacen semejantes predicciones, y explica las señales que suelen preceder á los tifones en Manila, tomadas de los movimientos de las nubes y del movimiento de la columna barométrica, combinados: las razones en que se funda para probar la verdad de estas señales, parte son comunes á todas las regiones tropicales, parte son peculiares al Archipiélago Filipino por la posición que ocupa con respecto al Continente Asiático.

En Manila, lo mismo que en todos los puntos de los países tropicales, la oscilación diurna y nocturna del barómetro es muy regular en tiempos normales: por otra parte, debido á su posición geográfica, la oscilación anual de la columna barométrica en el Archipiélago Filipino es muy pequeña; pues el Archipiélago se prolonga desde 5° á 21° latitud Norte en una dirección casi paralela á las costas orientales del Continente Asiático, del cual dista unas 500 millas por término medio. Síguese de aquí que estas islas se encuentran casi en el límite de un centro de presión máxima en invierno, y en verano en el límite de un centro de presión mínima: estos

centros se hallan en el interior del Asia, y las isóbaras extremas se extienden en uno y otro caso á lo largo del Archipiélago Filipino. Conocida, pues, la amplitud de las oscilaciones diurna y nocturna, lo mismo que de la anual, puede establecerse una ley general acerca de la existencia de alguna alteración atmosférica, cuya intensidad depende de la amplitud de la desviación cuando la columna de mercurio que representa la presión atmosférica no está comprendida dentro de estos límites generales.

La primera ley puede formularse en pocas palabras, como sigue:

Si un buen barómetro de mercurio, después de las correcciones usuales, lee 755 mm. al tiempo de mínima presión por la tarde, y 757 mm. al tiempo de máxima presión de la mañana, y proporcionalmente de la noche, es señal evidente de que existe una alteración atmosférica extraordinaria.

Basta tener en cuenta para el recto uso de esta ley, la ligera variación del tiempo en que se verifica la máxima y mínima presión, según las estaciones del año. Es esta ley tan constante y segura en Filipinas, que ningún tifón ha cruzado la zona del grupo filipino, cuya existencia no se haya deducido por ella.

Claro está que de esta sola ley no se puede inferir si la alteración atmosférica afectará seriamente ó no el sitio de observación, ó si pasará á distancia. Para esto sirve la segunda ley, que se refiere á la alteración barométrica diurna y nocturna de un buen barómetro, pues, como ya se advirtió antes, presenta cada día este instrumento dos oscilaciones regulares.

Pasa luégo á determinar exactamente la cantidad de estas oscilaciones dentro de muy reducidos límites, estableciendo la segunda ley, que es como sigue:

La intensidad de un tifón depende de la amplitud de la desviación fuera de los límites exactos de las oscilaciones diurna y nocturna.

Expone extensamente esta segunda ley y nota hacia el fin que de ella tan sólo en muy peculiares casos puede deducirse la trayectoria de un tifón, para lo cual es menester muchas veces fijarse en la naturaleza y dirección de las nubes. Establece la falsedad de la antigua ley de los marinos, concerniente á la posición del centro de los ciclones con respecto á la dirección del viento. Hace notar que la llamada ley de Buy-Ballot sólo puede servir como de guía para las primeras maniobras del marino que sospecha se halla en las proximidades de un ciclón. Aconseja que al servirse de la observación de las nubes, se fije la atención



en las inferiores más bien que en las superiores que divergen del centro del ciclón. Fundado en el importante descubrimiento del P. Benito Viñes S. J. (bien conocido en las Indias Occidentales por sus investigaciones acerca de los huracanes y cuya muerte ha sido una gran pérdida para la Meteorología), concerniente á la forma de las nubes y á su radiación hacia el centro del huracán, expone el P. Faura y describe algunos caracteres especiales que presentan las nubes ciclónicas en las Islas Filipinas y en el Mar de la China. Sugiere además algunos consejos prácticos para conocer por las nubes la posición y dirección de los centros ciclónicos, explanando luégo algunos casos dificultosos y haciendo ver la diferencia esencial entre los verdaderos tifones y las *collas,* como llaman los naturales de Filipinas á unos vientos fuertes y lluvias abundantes.

Parte de estas señales se han hecho muy populares y prácticas por el uso de aneroides especiales cuyos cuadrantes contienen indicaciones acomodadas al Archipiélago. La experiencia ha demostrado la utilidad práctica de este aparato que con la nueva modificación introducida se convierte en un instrumento precioso para los marinos. Consiste esta mejora en haber añadido el P. Faura á su barómetro la rosa de los vientos y tres agujas que se unen en el eje de la aguja barométrica, formando entre sí ángulos diferentes deducidos de la observación múltiple de las diversas convergencias de los vientos ciclónicos, cuya media representa uno de ellos. Una de las agujas se coloca conforme sea la dirección del viento, y las otras dos indicarán automáticamente, una la posición del centro y otra la dirección ó rumbo que se ha de tomar para no caer dentro de las espiras más peligrosas del tifón.

III

Estudio de Elliot sobre los huracanes de la India

Describe Elliot el carácter general de los huracanes en la India; los cuales, dice, se forman sin excepción en el mar. La violencia de los vientos y la abundancia de la lluvia hace peligrosas y casi imposibles las observaciones exactas durante el paso de estos temporales en los Observatorios,



y así se conoce muy poco de la íntima naturaleza de la tormenta; lo cual explica el que los meteorólogos de la India hacen constar datos y hechos en vez de exponer teorías.

El carácter distintivo de estos huracanes es la calma central.

Fue opinión general hace unos quince ó veinte años que dichas tempestades ocurrían en la India, casi exclusivamente durante la época del cambio de las monzones, ó durante el período de su crecimiento, ó bien al desaparecer las del Sudoeste, es decir, en Mayo y Junio y en Octubre y Noviembre. Los estudios comparativos desde hace quince años por medio de mapas y tablas diarias del tiempo han demostrado no tener esto bastante fundamento.

Presenta asímismo el citado autor la siguiente tabla de la distribución de los ciclones en la India y en el golfo de Bengala:

	EN LA INDIA (1837-1876)		EN EL GOLFO DE BENGALA (1877-1891)	
Meses	Ciclones	Con relación á 100	Ciclones	Con relación á 100
Enero	2	2	0	0
Febrero	0	0	0	0
Marzo	2	2	0	0
Abril	9	8	0	0
Mayo	21	18	12	7
Junio	10	9	19	11
Julio	3	2	33	20
Agosto	4	3	30	18
Septiembre	6	5	28	17
Octubre	31	27	20	12
Noviembre	18	16	18	11
Diciembre	9	8	6	4

Las particularidades que ofrece el área central de calma, son muy notables. Las dimensiones de esta área varían mucho. Se puede, sin embargo, decir que dicha área casi nunca tiene más de 24 kilómetros de diámetro en los mares de la India, y ordinariamente mide menos de 16 kilómetros.

Se han tenido en cuenta las observaciones hechas en Manila durante el

paso del centro de un ciclón para probar la existencia de una corriente descendente en el interior del huracán (1).

Establece Elliot tres hechos principales relativos á la naturaleza de esta área de calma central:

1.º La presión es menor, aunque muy poco, en la parte anterior del área de calma, comparada con la presión de la misma área central.

2.º No es instantáneo el paso del viento huracanado á la calma, sino gradual, aunque rápido.

3.º En una gran porción del área central el aire está, según lo que alcanza la ordinaria evidencia de los sentidos, enteramente en reposo. Podrá ser que haya algunas corrientes ligeras ascendentes y descendentes; pero son tan ligeras, que no son apreciadas ni aun por los instrumentos más delicados, y su existencia dista todavía de estar directamente comprobada.

Dos épocas bien marcadas hay en la India en las cuales ocurren los ciclones, desde el 15 de Abril al 15 de Junio y desde el 15 de Septiembre al 31 de Diciembre. Las condiciones de su formación difieren notablemente en estos dos períodos.

Poco se ha adelantado hasta ahora en la investigación de las condiciones ó fuerzas que determinan la marcha y velocidad de los ciclones en su movimiento de traslación.

Pueden contribuir á dilucidar este punto las siguientes consecuencias deducidas del atento examen y comparación de la trayectoria de muchos ciclones:

1.º Hay una tendencia muy marcada en los ciclones á adelantar á lo largo de la línea de menor presión existente durante su formación (2).

2.º Hay también una tendencia muy marcada en los ciclones á avanzar en la dirección de los vientos más variables y débiles (relativamente á la normal) existentes antes y durante su formación.

---

(1) Sin duda se refiere Elliot á las observaciones del huracán de Manila del 20 de Octubre de 1882 que sirvieron al Dr. Sprung para establecer el hecho de la existencia de dicha corriente descendente (*Lehrbuch der Meteorologie*, pág. 240, Hamburgo, 1885). Faye se apoya también en las mismas observaciones para deducir la misma consecuencia de Sprung. El P. Faura, que es el que publicó dichas observaciones dista mucho de conformarse con semejante deducción, antes bien véase la discusión de dicho tifón publicada mucho antes por dicho Padre en el cuaderno del Observatorio de Manila correspondiente al año 1882. El hecho que revelan las observaciones mencionadas es de difícil explicación; mas no por eso hay que acudir para explicarlo á teorías que no concuerdan con una experiencia universal y constantemente contraria.

(2) Esta proposición puede verse ya formulada por el P. Faura para los tifones de Filipinas y Mar de la China en el cuaderno de observaciones del mes de Septiembre del año 1881, publicado en Manila el año 1883, donde se añade una razón clara y terminante de esta tendencia.



3.º Existe finalmente en los ciclones cierta tendencia á avanzar hacia el área de extraordinaria depresión, si alguna existe en la India durante su formación y existencia.

Por lo que toca al origen de los ciclones, varias son las teorías propuestas por Elliot para explicarlo. Según una el origen esencial de formación, aunque no la causa de su permanencia ó duración, es alguna perturbación de temperatura. Pero dicho señor no ha podido hallar en la India caso alguno que compruebe esta hipótesis.

Según otra teoría origínanse los ciclones por la acción mecánica debida al choque de dos corrientes opuestas. Esta teoría á lo menos no sirve para explicar satisfactoriamente la formación de los ciclones de Octubre en la bahía de Bengala, pues éstos tienen lugar frecuentemente por el tiempo en que las corrientes de aire son más débiles. Á pesar de esto, en cuanto puede conjeturar por los datos adquiridos, opina Elliot que se originan los ciclones de acciones dinámicas, siempre progresivas en la atmósfera, determinadas por ciertas condiciones. De manera que todo lo que contribuye, por ejemplo, á localizar y concretar una lluvia en una pequeña área, puede dar lugar al *factor inicial*, pareciéndole que la lluvia entra como factor primario y predominante en la determinación de los principales caracteres del movimiento ciclónico (1).

IV

Memoria de Hayden acerca de las tempestades en el Mar Atlántico del Norte

Nos parece digno de especial mención el trabajo presentado al Congreso por E. Everett Hayden, meteorólogo de la Marina norte-americana. Tenía por título: *Las tempestades en el Mar Atlántico del Norte*, y su ex-

(1) Algunos hechos demuestran que no se ha de tomar esta proposición en un sentido absoluto y exclusivo. El ciclón del 29 de Septiembre del año 1881, que llegó al Tonkin el 5 de Octubre causando desgracias sin cuento, se formó al Sudeste de Manila, en la provincia de Batangas, y ni en su formación, ni en su marcha progresiva, al principio, hubo lluvia.



tracto se reduce á las siguientes conclusiones: Cuadra al Atlántico del Norte el nombre de mar tempestuoso. Sus ciclones tropicales y sus tempestades *galenas* del invierno son famosas por su terribilidad y persistencia y los *nortes* y *brisotes* de las costas de América corren parejas con las *galas* del mar de Vizcaya y el *bóreas* ó *mistral* del Sud de Europa.

Todas estas tempestades tienen un carácter marcadamente ciclónico, pues se observa que van por lo regular acompañadas de una presión barométrica menor que la normal. Un mapa del curso ó trayectoria de tales tempestades y la frecuencia con que ocurren pone de manifiesto que el Gulf Stream y el Golfo de San Lorenzo son las regiones más tempestuosas, y que de este último se extiende una ancha zona que recorren ordinariamente las tempestades de invierno, cuando á través del Océano se dirigen al Norte de Europa. Otro importante curso, si bien afortunadamente menos frecuente, es el que toman los huracanes de las Indias Occidentales, que originándose en los trópicos al Norte del paralelo 10° se mueven primero lentamente hacia el Oeste, para torcer después y entrar en el ancho y frecuentado camino de las tempestades desde los grandes bancos hacia Noruega y Finlandia.

Estas dos clases de tempestades, es decir, las de invierno al Norte del paralelo 35° y las tropicales, son las más notables que cruzan el Atlántico del Norte. Las de invierno abarcan con frecuencia una extensión enorme y son muy borrascosas, no siendo raro el que los fríos vientos *galenos* del Noroeste soplen continuamente por espacio de una semana á lo largo del trayecto comprendido desde Labrador y Nueva Escocia hasta las Azores é Irlanda. Dentro de toda el área de la tempestad la columna barométrica es más baja que la altura normal, y menor aún cerca del centro de la gran espiral, notándose la mínima presión en todo el espacio que ocupa el centro. Los cuadrantes, al Este de la tempestad, están generalmente cubiertos de nubes con lluvia ó nieve ó granizo; los cuadrantes al Oeste de la misma, claros y fríos. Hacia el Sud de tales tempestades se sitúa á las veces otro centro vortiginoso secundario, y no raras veces crece tanto su vehemencia y fuerza que viene á exceder á su progenitor.

Los huracanes de las Indias Occidentales con sus vientos *tornados,* con sus terribles marejadas y con sus ondas tempestuosas, son sin comparación las más terribles tempestades de todo el Atlántico del Norte.



V

INVESTIGACIONES RELATIVAS Á LA CIRCULACIÓN Y TRASLACIÓN CICLÓNICAS EN LOS HURACANES DE LAS ANTILLAS, *por el Rdo. P. Benito Viñes S. J., Director del Observatorio Magnético y Meteorológico del Real Colegio de Belén, Habana.*

La brevedad con que E. Hayden se ocupó en los ciclones de las Indias Occidentales nos da ocasión para decir aquí algo de otro trabajo importantísimo sobre esta materia, presentado al Congreso por el P. Benito Viñes S. J. fallecido en la Habana durante nuestra permanencia en Chicago. Gran placer hubiera sido para nosotros conferir nuestros estudios con el sabio meteorólogo, cuando de regreso á la madre Patria visitamos aquel Observatorio. Hemos de contentarnos con honrar su memoria y avalorar este escrito resumiendo las conclusiones de sus penosas vigilias, que mucho contribuyeron sin duda á minar aquella existencia consagrada durante largos años al cultivo de la Meteorología. Lo cual hacemos con tanto mayor gusto cuanto que dicho Padre había sido reconocido como autoridad en esta materia por uno de los mejores meteorólogos norte-americanos, el Sr. Ferrel, quien cita varias veces al P. Viñes en su clásica obra *A Popular Treatise on the winds*, y por el mismo E. Everett Hayden, que en 1888 fue enviado por el Gobierno de los Estados Unidos á la Habana, para consultar y tratar con dicho Padre lo relativo á los ciclones de las Indias Occidentales.

En la imposibilidad de copiar íntegro tan valioso escrito, daremos de él siquiera un extracto.

Habla primero de la ley general de la circulación ciclónica. *El sentido de la rotación es siempre el mismo para un mismo hemisferio.* Para el hemisferio del Norte es siempre de derecha á izquierda, en sentido de Este, Norte, Oeste, Sud, ó como vulgarmente se dice, en sentido contrario al movimiento de las manecitas de un reloj.

Expone después la ley general de las corrientes ciclónicas á diversas alturas. La larga experiencia, dice, de casi 23 años de asidua y minuciosa observación, en un crecido número de casos y de muy variadas cir-

cunstancias, me ha llegado á demostrar con toda evidencia que: *En los ciclones de las Antillas la rotación y circulación ciclónica se verifican de manera que las corrientes inferiores son por lo general más ó menos convergentes hacia el vórtice; á cierta altura son próximamente circulares y á mayor altura salen divergentes, siendo muy de notar que la divergencia es tanto mayor cuanto más elevada es la corriente, hasta el punto de que los cirros más elevados salen en muchos casos completamente divergentes ó en dirección radial* (1).

Vese por de pronto cuánto más práctica es y de mayores alcances en sus aplicaciones esta *ley fundamental* que no la llamada *ley de las tormentas*, la cual toma únicamente en cuenta la corriente inferior ó sea el viento: estudia, pues, tan sólo la parte anterior y posterior de la tormenta.

Por lo que toca á la parte anterior, analizando la ley fundamental y estudiando cada uno de sus elementos, determina las leyes particulares que fijan las posiciones angulares de los vientos, nubes bajas, cúmulos altos y cirros, con la demora del vórtice, deduciendo de este análisis que las corrientes ciclónicas que ofrecen mayor regularidad y las que mejor indican la demora del vórtice son la corriente de los cirros y la de las nubes bajas. La corriente de los cirros es la que debería utilizarse con preferencia desde las primeras indicaciones de proximidad de ciclón y cuando el vórtice se halla todavía muy distante. En el interior de la tormenta la corriente de las nubes bajas es la que principalmente deberá guiar al observador. Á falta de cirros deberán utilizarse las corrientes de los cirro-cúmulos ó cirro-stratus, y á falta de nubes bajas, las del viento (tomando ciertas precauciones que expone el P. Viñes con mucha oportunidad) y las de los cúmulos altos, teniendo siempre en cuenta que sus indicaciones no son tan seguras, ni pueden dar en general tanta aproximación. De suerte que en un ciclón bien desarrollado y de notable intensidad se tendrá en general y de una manera bastante aproximada la siguiente gradación y disposición en las corrientes: si el vórtice del ciclón está al Sudsudeste, los cirros corren del Sudsudeste, los cirro-cúmulos del Sudeste, el velo cirroso denso del Estesudeste, los cúmulos altos del Este, las nubes bajas del Estenordeste, y el viento del Nordeste.

(1) Esta ley fundamental de la circulación ciclónica se halla ya indicada en las páginas 243 y 244 de los *Apuntes relativos á los huracanes de las Antillas en Septiembre y Octubre de 1875 y 1876*, Habana, 1877; como también en un folleto publicado en 1885 por la Hidrografía de Washington titulado: *Practical Hints in regard to West Indian Hurricanes*, que es simplemente la traducción del resumen de los *Apuntes* cuya tercera edición salió en 1887. Dicha ley se halla además publicada en el *Ciclonoscopio de las Antillas*, Habana, 1888, del cual se habla en otra parte de esta Memoria; en la *Pilot Chart of the North Atlantic Ocean. August 1889*, y en algunas memorias publicadas por Everett Hayden con ocasión de su viaje á la Habana en 1888.



Por lo que atañe á la parte posterior de la tormenta, las corrientes forman en general con la demora del vórtice mayores ángulos que en el caso anterior, guardando, empero, entre sí la misma gradación.

Lo dicho se refiere principalmente, como se deja entender, á los ciclones cuando se hallan en las regiones tropicales. Á medida que se va alejando el ciclón del trópico al Norte y convirtiéndose en ciclón de las latitudes medias, las corrientes van perdiendo su regularidad, aunque se conserva en general la misma gradación. Algunas veces, sin embargo, la corriente de los cirros ofrece grandes irregularidades: así, por ejemplo, hallándose el vórtice del ciclón al Noroeste ó Nornoroeste en los Estados del Golfo, la corriente de los cirros salta á veces de repente al Nordeste. En este caso creo que la corriente observada es resultante de las corrientes superiores del ciclón y de la corriente general superior, que en algunas épocas del año es de la parte del Este.

Pasa luégo el P. Viñes á tratar de las leyes relativas á la traslación ciclónica.

La trayectoria completa de un ciclón forma una especie de parábola cuyo vértice se halla en uno de los paralelos y próximamente en el meridiano más occidental de los puntos de la curva, y cuyas ramas se abren para el Este. El eje de la parábola se dirige también al Este con ligera inclinación á veces hacia el Norte.

La latitud de las recurvas de los ciclones está sujeta á una ley que formuló por primera vez el P. Viñes y desarrolla plenamente en el trabajo que nos ocupa, donde la expone con los siguientes términos:

Fechas de las recurvas de los ciclones	Latitudes en que recurvan	
Agosto.	29°	33°
Julio y Septiembre.	27°	29°
Junio 3.ª década, y Octubre 1.ª década. .	23°	26°
» 2.ª » y » 2.ª » .	20°	23°
» 3.ª » y » 3.ª » .	16°?	20°

«Por falta de datos, dice, me es desconocido el *mínimum* de latitud que pueden alcanzar las recurvas al principiar ó finalizar la estación ciclónica; creo, sin embargo, que no dista mucho de 15°, mas esto no me consta de una manera positiva.



»Hay que advertir que las latitudes de recurva que al formular la ley se han puesto para los meses de Julio y Septiembre son un promedio que corresponde á mediados de mes ó á la 2.ª década.»

Declara la importancia teórica de dicha ley y su utilidad práctica.

Desde el momento en que un observador ó un marino reconozcan la proximidad de un ciclón, con sólo determinar aproximadamente la posición del vórtice y atendiendo á la fecha, sabrán con mucha probabilidad de acierto si el ciclón está muy cerca ó muy lejos de la recurva: conociendo, además, la trayectoria normal del ciclón en aquella época y latitud, deducirán si la trayectoria pasará lejos ó cerca del punto donde están; si están en la misma trayectoria del ciclón ó á la derecha ó izquierda de ella.

Después de declarada la influencia que puede ejercer en las recurvas de los ciclones la configuración de los mares y continentes, establece la ley de la dirección normal de las trayectorias en diferentes fechas y latitudes, y declara otra ley no menos importante, que es la de las rutas generales y zonas geográficas que recorren los huracanes de las Antillas según los meses. Esta es la parte más notable de este trabajo.

Dados algunos preliminares relativos á la posición geográfica de la zona ciclónica occidental, hace ver las condiciones favorables que ofrece al desarrollo y marcha progresiva de las tormentas giratorias la gran bahía norteamericana, que encierra en su seno las Antillas, el mar Caribe, el golfo de Méjico, las Bahamas, las Bermudas y los golfos de Charleston y San Lorenzo. Formula luégo la ley de las rutas generales y zonas geográficas por meses y por décadas, la cual, con la precisión y minuciosidad con que la expone el P. Viñes, indica á los marinos los puntos más peligrosos por razón de los huracanes para los diferentes meses; y no contento con esto, da reglas generales muy prácticas y útiles á los marinos que hacen el viaje de los puertos de la América del Sur á la Habana, á los que de la Habana navegan hacia España, á los que se dirigen de la Habana á Nueva York, á los que van de la Habana á Puerto Rico, y finalmente á los que navegan en barcos de vela por el golfo de Méjico.

Declarando las velocidades relativas en las diversas partes de la trayectoria, es decir, primera rama, recurva, y segunda rama, establece que «En la primera rama de la trayectoria, desde que nace el ciclón hasta las inmediaciones de la recurva, la velocidad de traslación suele ser ligeramente creciente. En las inmediaciones de la recurva modera la tormenta su velocidad, que adquiere un *minimum* en la recurva. Finalmente, la velocidad de traslación es rápidamente creciente en la segunda rama, y llega á adquirir un *máximum* de más de 30 y 40 millas por hora». Las velocidades

aumentan ó disminuyen según sea la parábola más ó menos abierta, como lo prueban varios ejemplos.

No todos los ciclones recurvan, y aun puede en general decirse que un ciclón puede nacer y morir en cualquiera de las tres partes en que se supone dividida la trayectoria; esto, sin embargo, no impide que los *ciclones incompletos* se sujeten á las leyes generales, que rigen en cada parte determinada de la trayectoria. El que así no suceda debe tenerse por verdadera anomalía.

Trata por extenso el P. Viñes de estas anomalías y señala las causas físicas que en ellas intervienen ó pueden intervenir. Explica muy por extenso algunos casos de ciclones simultáneos y gemelos, y acaba dando una como clave para la solución de los casos complicados que se ofrecen en la concurrencia de los ciclones.

Tales son, reducidas á brevísimas indicaciones, las consecuencias que nuestro modesto compatricio dedujo de su larga experiencia y profundos estudios. Merced á ellos al marino que navega aquellos procelosos mares se presenta menos sombrío y aterrador el horizonte en los días de tormenta. Ulteriores investigaciones irán perfeccionando estos descubrimientos; pero en los anales de la Meteorología quedará siempre á España la gloria de haberlos iniciado.

De las actas de este Congreso se desprende que el último Congreso Meteorológico Internacional no abundó en discusiones ni en resoluciones, á causa sin duda del número de personas que á él concurrieron y del carácter peculiar del mismo Congreso. En cambio puede decirse que las mismas dificultades que impidieron el que muchos meteorólogos, sobre todo europeos, tomasen parte en él personalmente, contribuyeron á que algunos enviasen valiosos escritos que supliesen por ellos. En esto, aunque contrario al lema de los iniciadores, *Not things, but men*, ningún otro Congreso internacional aventaja al de Chicago.

El Gobierno de los Estados Unidos publicará pronto estos escritos, que constituirán el mejor monumento declarativo del estado actual de la Meteorología. Lográronse en este de Chicago los dos fines á que se ordenan los Congresos científicos internacionales, que son: estrechar las relaciones de amistad personal entre los concurrentes para dar más eficacia y vigor á los esfuerzos particulares y personales, y en segundo término el acrecenta-

miento de las mismas ciencias con la mayor y más universal divulgación de los conocimientos adquiridos.

Terminado el Congreso habíamos ya llenado nuestro objeto y obtenido el resultado que el Gobierno español se prometía de nuestra intervención en él como representantes del Observatorio Meteorológico de Manila.

Mas como quiera que se había convocado el Congreso con ocasión y bajo los auspicios de la Exposición Universal Colombina, de la cual se esperaban también buenos resultados para la Meteorología, sobre todo práctica y experimental; el deseo de corresponder á la confianza con que se nos había honrado y de fomentar en lo que de nosotros dependa los conocimientos meteorológicos en nuestra amada patria, nos alentó á estudiar detenidamente la Exposición, atendiendo muy en particular á los adelantos que en ella representaba la Meteorología.

El resultado de estas investigaciones constituye la *Segunda Parte* de nuestra Memoria.

SEGUNDA PARTE

LOS APARATOS METEOROLÓGICOS

PREÁMBULO

La Estación Meteorológica de la Exposición

El objeto principal de esta *Segunda Parte* es poner ante los ojos la perfección que en estos últimos años han adquirido los aparatos meteorológicos, que tanto ha contribuído á obtener observaciones delicadas y precisas de los diversos fenómenos producidos por los agentes atmosféricos: delicadeza y precisión sumamente necesarias para proceder con acierto en la difícil investigación de las leyes y resolución de los problemas que estudia la Meteorología.

La Exposición de Chicago abundó en esta clase de aparatos: pues además de los que ocupaban lugares preferentes en diversas salas de las distintas naciones, funcionaban otros varios en la Estación Meteorológica erigida en el solar mismo de la Exposición por el Gobierno Norte-americano con el loable intento de exhibir un modelo de Estación Meteorológica Central de primera clase, donde pudiera verse la disposición y marcha de los diversos aparatos y el modo de ser y funcionar de tales Establecimientos.

El sitio era á propósito, no lejos del Lago, y el edificio acomodado:



constaba de dos pisos capaces y una terraza. Los aparatos, según su naturaleza y objeto estaban colocados, ó en el exterior ó en el interior de la Estación: en la planta baja figuraban los dispuestos para registrar la presión atmosférica, la temperatura y humedad relativa del aire, la velocidad y dirección del viento, el nefelismo, la frecuencia y cantidad de lluvia y la presencia é intensidad de los rayos solares. Las oficinas, convenientemente repartidas por los pisos según su importancia, llenaban el resto del local. Una estación telegráfica ponía en comunicación este departamento meteorológico con los Observatorios de los Estados Unidos situados al Este, Sud y Norte de Chicago y con algunos del Oeste. Conforme á las observaciones recibidas allí diariamente por telégrafo, se disponía cada día el mapa del tiempo, que se publicaba á las once y media de la mañana delante de las personas que querían ver cómo se procedía prácticamente en las estaciones centrales de primera clase. En estos mapas, que se distribuían gratis á cuantas personas visitaban el Establecimiento, á más de representarse gráficamente el estado atmosférico y condiciones meteorológicas correspondientes al tiempo de recibir los telegramas, se predecía el estado probable de la atmósfera y los fenómenos meteorológicos que se habían de verificar durante las doce ó veinticuatro horas siguientes. El modo de imprimir estos mapas, de disponer las observaciones recibidas y representarlas gráficamente era en un todo igual al que se tiene en Washington, donde se halla la Oficina central del Servicio Meteorológico *(Weather Bureau)* de los Estados Unidos y se publican y distribuyen mapas del tiempo dos veces al día.

El carácter de esta *Segunda Parte* será puramente descriptivo: clasificaremos los aparatos por orden de materias más bien que por orden de nacionalidades ó de constructores, comenzando en cada Sección por los que funcionaban en el Observatorio Modelo ocupándonos en ellos conforme á la importancia que tuvieren, citando sólo, y aun omitiendo, los que se suponen conocidos ó por su antigüedad ó por su universal uso, fijándonos de un modo particular en aquellos que, ó por ser de reciente invención son menos conocidos, ó constituyen un verdadero adelanto en la Meteorología experimental.

CAPÍTULO PRIMERO

Presión Atmosférica

BARÓMETROS Y BARÓGRAFOS

Merece especial mención el barómetro normal ó barógrafo, recientemente inventado por el Prof. C. F. Marvin, Ingeniero mecánico del Observatorio Meteorológico Oficial y construído especialmente para instalarlo en la Estación Meteorológica de la Exposición.

Este instrumento registra de continuo las más pequeñas modificaciones en la presión atmosférica, llegando á notar aun las variaciones correspondientes á una milésima de pulgada en la columna barométrica.

El barómetro propiamente dicho, es de sí normal y como se comprende, de gran precisión: la sección de su tubo, algo mayor que la usada ordinariamente; con lo que se eliminan los errores de capilaridad, y se disminuyen los procedentes de no llegarse nunca á la perfección deseada en la formación del vacío. Su escala, que sirve para apreciar el peso absoluto de la columna de mercurio, puede separarse del instrumento, y compararse con la escala de reducción, según se desee ó convenga.

Se obtiene que el aparato sea registrador, suspendiendo el tubo de una balanza cuyo equilibrio se conserva constantemente por los movimientos de un peso, que recorre uno de sus brazos, ya en un sentido, ya en otro.

El motor eléctrico que actúa sobre el peso, es muy sencillo y peculiar, y establece corriente eléctrica por medio de un resorte adherido al brazo de la balanza, siempre que tiende á alterarse en lo más mínimo el equilibrio. Hállase la pluma registradora sujeta á un carrito, de manera que no entorpezca la marcha de éste, ni impida el movimiento libre de la balanza.

El cambio de una pulgada en la altura barométrica produce un movimiento de cinco pulgadas en el pequeño peso que se desliza.

Al disponer este nuevo barógrafo se ha tenido especial cuidado de facilitar en lo posible el cambio de hojas, los medios de comprobar la exactitud de las observaciones y de eliminar toda causa de error. Las observaciones pueden verificarse directamente leyendo la escala barométrica y las graduaciones del brazo por donde se desliza el peso, ó pueden verse registradas sobre el cilindro ó tambor que lleva el papel cuadriculado.

Funcionaba además del descrito, un barómetro del sistema Fortín como normal, modificado por Tuch, quien sustituyó la badana y piezas de madera que comúnmente forman parte de la cubeta y fondo movible de esta clase de barómetros, por un pistón que puede correr por medio de un tornillo cuyo paso de rosca es muy estrecho, á lo largo de un cilindro de hierro dulce perfectamente pulimentado.

El barógrafo Sprung Fuess, expuesto por el Gobierno alemán en el Grupo XV de la Sección correspondiente á la Exposición de las Universidades alemanas *(Deustsche Unterrichts-Ausstellung in Chicago 1893,— Universitäts-Ausstellung)* en la Sala de Artes y Manufacturas, es, sin duda, uno de los mejores barómetros registradores construídos hasta el presente y tiene algunos puntos de semejanza con el de Marvin, aunque es anterior á él. Pertenece á la categoría de los barómetros llamados de balanza, como lo era también el del meteorógrafo presentado por el P. Secchi á la Exposición Universal de París el año 1867; pero tiene sobre él la ventaja de que las indicaciones del instrumento se hacen por medio de un ingenioso mecanismo, independiente, hasta cierto punto, de los movimientos de la balanza, de la cual pende el tubo barométrico; con esta disposición se elimina casi por completo, no solamente el error producido por el roce del lápiz sobre el papel en que escribe, sino también los demás errores que son consecuencia natural del mecanismo, por medio del cual se transmiten al papel en el barógrafo del P. Secchi sus variaciones.

No figuraba este aparato en la Exposición Universal de París de 1889. Daremos aquí de él una idea y ligera descripción, valiéndonos de la

fig. 1, que reproduce casi exactamente el modelo presentado en la Exposición de Chicago por el Gobierno alemán.

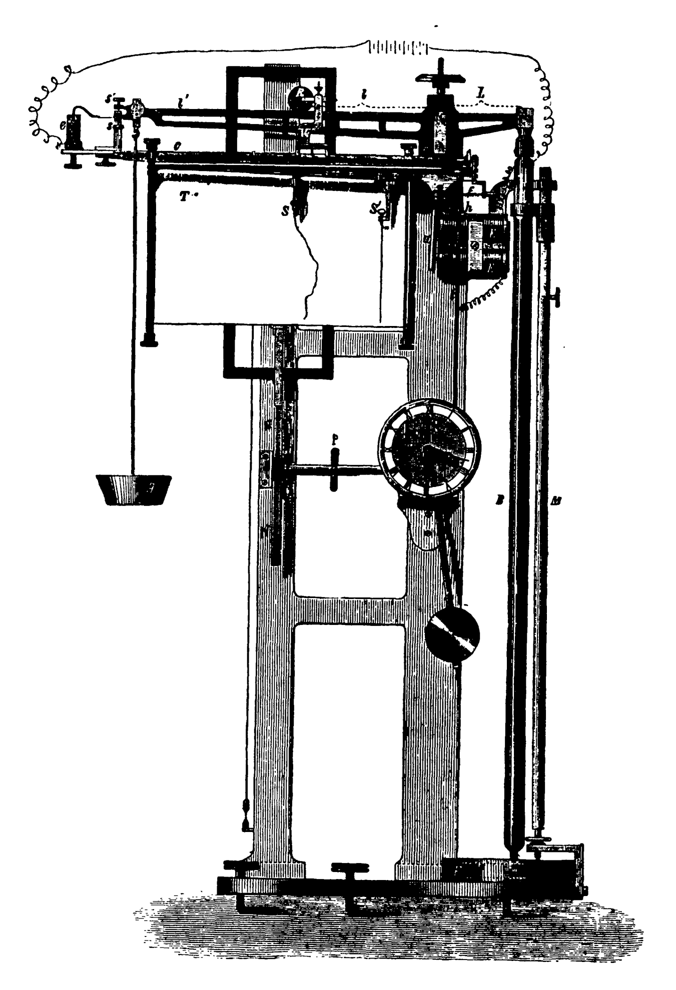


Fig. 1. — Barógrafo de Sprung Fuess

En vez de moverse el tubo barométrico, como sucede en otros barógrafos de balanza, el tubo de este aparato permanece casi estacionario, conservando el equilibrio un peso movido por una pieza metálica *V* que lleva la pluma registradora *s*, indicando ésta las diversas posiciones del contrapeso en un rectángulo en que va el papel. El descenso de éste se obtiene con un sencillo aparato de relojería. El mismo sistema de engranajes hace girar la varilla *t* terminada en una rueda horizontal sin pulimentar colocada entre otras dos verticales afianzadas en el tornillo de acero cc' que gira paralelo al brazo largo de la balanza. Tiende á apoyarse esta varilla en la rueda vertical de la derecha por la tracción del resorte *f*, y roza con la de la

izquierda cuando está activado el electro-imán $E\,E$. Y en cada uno de estos casos hará girar el tornillo $c\,c'$ en diverso sentido.

Estas rotaciones del tornillo producen movimientos proporcionados de desviación en la pieza V que lleva la pluma, y deslizándose por el tornillo de acero, los transmite al carrete ó rueda R, que hace de contrapeso. La transmisión del movimiento á la rueda R se verifica por medio del brazo de una palanca completamente equilibrada, de suerte que dicha rueda descansa por entero sobre el brazo largo de la balanza.

El más ligero cambio en la columna barométrica, por ejemplo, un descenso, produce otro en el brazo largo de la balanza limitado por los dos tornillos s y s' y cierra en e por medio de un contacto de mercurio ó por unos hilitos de platino, un circuito que activa el electro-imán $E\,E$. La armadura a vence la fuerza del resorte f, y la varilla t toca la rueda vertical de la izquierda, la cual da vueltas y transmite el movimiento al carrete R que gira hacia la derecha. De esta manera el momento estático del brazo izquierdo l' de la balanza disminuye, estableciéndose el equilibrio después de roto ó abierto el circuito e. Tendiendo en seguida el brazo á aumentar en longitud, por virtud del resorte f, que hace apoyar la varilla t sobre la rueda vertical de la derecha, vuelve á establecerse la corriente, produciéndose de nuevo los mismos movimientos, y así sucesivamente.

El estilete s trazará un zigzag que representará sin reducción de ningún género la presión atmosférica con notable exactitud y cuya posición media será exactamente paralela á la línea recta trazada por el otro estilete sujeto en la parte fija del instrumento. En el cuadro T pueden trazarse ó la curva barométrica correspondiente á un solo día, ó también las correspondientes á una década, aumentando ó disminuyendo el peso g. Así se practica en Manila, donde funciona este aparato hace ya algunos años, con muy satisfactorio resultado.

Á fin de que el ajuste de este barómetro sea independiente de otro cualquiera, al instalarlo por primera vez, y principalmente para comprobar, cuando convenga, la disposición de la curva, se suele colocar al lado del tubo una escala m dividida en milímetros, cuya extremidad inferior puede ponerse en contacto con la superficie del mercurio de la cubeta para determinar con exactitud la posición del cero.

La teoría matemática de este barógrafo, la influencia que ejercen sobre él los cambios de temperatura y los modos de disminuír los errores que de esta influencia resultan, pueden verse expuestos en la descripción que publicó el Sr. Sprung en la revista *Bericht über di visseuschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung*, *Berlin*.



Otro aparato construye ahora Fuess, que consiste en la combinación del barógrafo con el termógrafo. Se ha descubierto que sus indicaciones son tan exactas y precisas como las mejores observaciones directas. No habiendo estado expuesto este nuevo aparato en la Exposición de Chicago, omito describirlo aquí para no traspasar los límites propuestos. Los aficionados á esta clase de estudios pueden ver la teoría de este barógrafo desarrollada por extenso en el *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1886.

En el aparador del constructor Watson, en la Sección de Inglaterra, galería de la Sala de Artes y Manufacturas, estaba expuesto el barómetro aneroide de Watkin, que, según la relación presentada á la Comisión de *Mansion House* acerca de los barómetros y termómetros exhibidos en la Exposición Universal de París en 1889, era el único nuevo de algún valor práctico entre todos los que allí figuraban.

Hé aquí parte de dicha relación, que es también en cierta manera aplicable al presentado á la Exposición Universal de Chicago:

«La gran ventaja del aneroide de Watkin consiste en tener la escala mucho más amplificada y dispuesta en espiral, de modo que mientras en la antigua forma, cada división, por ejemplo, correspondía á una diferencia de nivel igual á 100 ó á lo menos á 50 pies ingleses, la de Watkin sólo corresponde á 10 pies, y por lo tanto es mucho más precisa.

»Me atrevo á decir que el aneroide de Watkin es el único *barómetro nuevo* presentado en la Exposición de París. Probé uno de estos barómetros trasladándole de los bajos á la galería y de la galería á los bajos del edificio. La prueba fué muy satisfactoria, pues tanto al bajar como al subir, la aguja se movía indicando tan pequeñas diferencias de altura.»

Se da algunas veces á la espiral del cuadrante de este aneroide otra forma, á saber, de tres circunferencias concéntricas, y en la parte inferior se le pone una ventanilla en que aparecen los números que indican á qué circunferencia se refiere el índice.

Conocida es también la idea de usar de una lente plano-convexa que pueda recorrer las divisiones de los cuadrantes en los aneroides para leer cómodamente las divisiones por pequeñas que sean. Watson exhibió en la misma Sección, un modelo de esta clase que había sido presentado ya en la Exposición Universal de París.

La casa Darton, de Londres, construye ahora esta clase de barómetros aneroides, de modo que la pequeña lente va adherida al cristal que cubre el aparato y puede fácilmente girar.



Vimos además un aneroide de demostración, construído por la casa Otto Bohue: su caja barométrica comunica con un tubo terminado por una llave para poder aumentar ó disminuír el enrarecimiento del aire allí encerrado; puede también cómodamente colocarse dentro de la campana de una máquina neumática para cambiar la presión exterior, constituyendo un aparato muy útil para las aulas de Física.

Muy conocidos son los barógrafos construídos por Richard Hermanos, y el mecanismo por medio del cual son transmitidas las indicaciones del instrumento. La fig. 2 representa el modelo que dichos constructores expusieron en la Sección francesa de la Sala de Artes y Manufacturas.

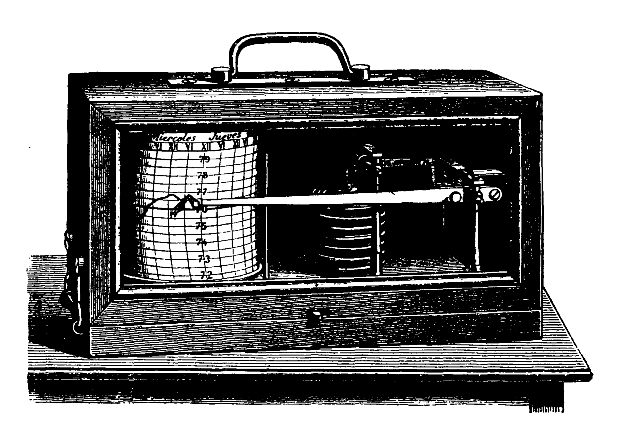


Fig. 2. — Barógrafo de Richard

CAPÍTULO SEGUNDO

Temperatura del aire

I

INSTALACIÓN DE TERMÓMETROS

Es de suma importancia para obtener la verdadera temperatura del ambiente, la perfecta instalación de los instrumentos que sirven para medirla: esta fué la causa de que en particular nos fijáramos en el modo de instalar los termómetros usado generalmente en las Estaciones de primero y segundo orden en los Estados Unidos, para que estando expuestos á las más pequeñas variaciones de temperatura no sufran alteraciones de los otros agentes atmosféricos. Fácilmente se entenderá dicha instalación por la fig. 3.

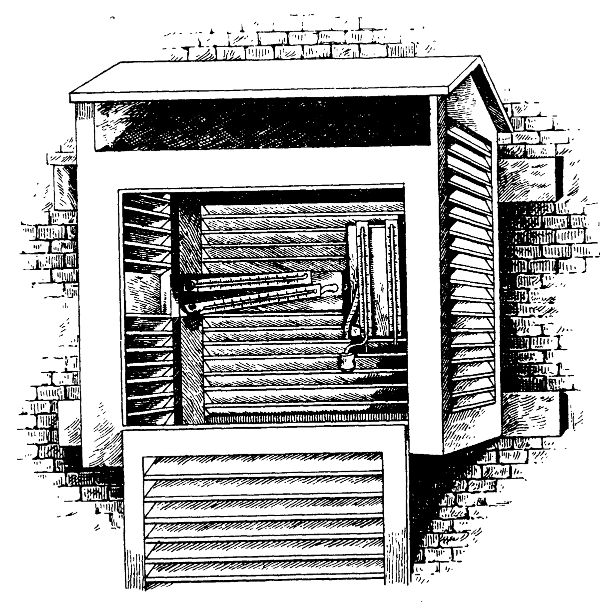


Fig. 3. — Instalación de termómetros

También representan modelos de aparatos para instalación de termómetros las fig. 4, 5 y 6, tal como los construye Fuess, de Berlín, expuestos en la Sección alemana.

El de la fig. 4 puede acercarse á la ventana ó alejarse de ella por medio de la varilla *A*, y asímismo cambiarse la dirección de la parte descubierta con-

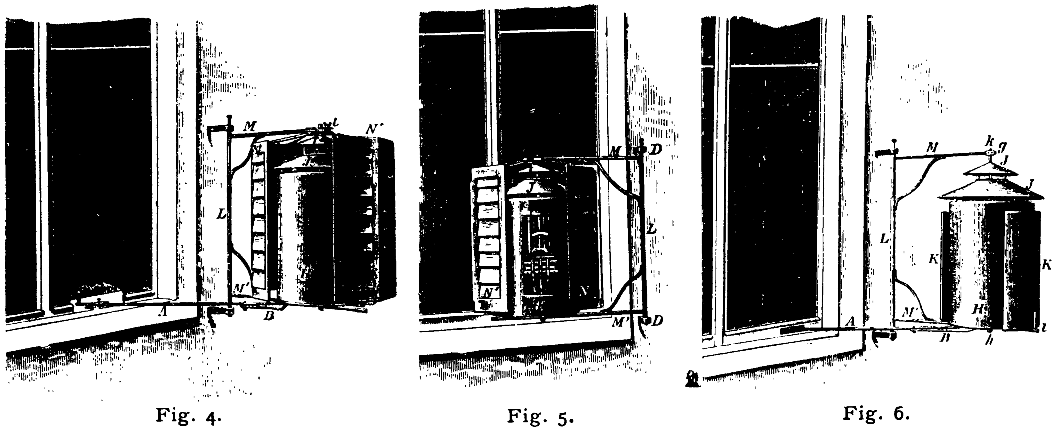


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Instalación de termómetros

forme se desee, como muestra la fig. 5. El aire circula libremente por los termómetros, y las persianas *N N* preservan el cilindro *H* de la acción directa de los rayos solares, sin impedir la influencia del ambiente. La fig. 6 sólo difiere de las anteriores en sustituír las láminas cilíndricas *K* á las persianas *N*. Estas láminas pueden adaptarse á cualquier lado alrededor de la caja cilíndrica.

En la fig. 7 puede estudiarse la disposición que da el mismo constructor Fuess á los termómetros destinados á medir la temperatura de diferentes capas del suelo. Los encierra en cajas de madera prismáticas rectangulares que se introducen en otra caja también de madera; hundida ésta dentro de tierra á diferentes profundidades sobresaliendo únicamente la anilla superior, se observa cómodamente la temperatura del subsuelo, que se comunica al termómetro á través de la caja prismática.

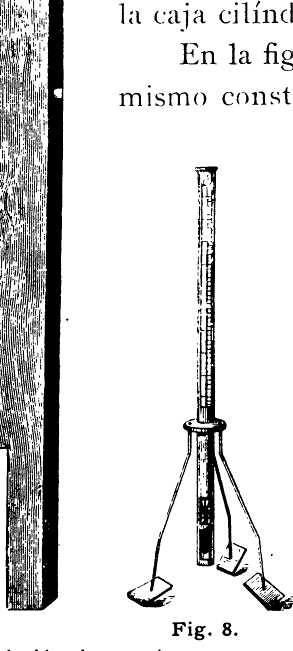


Fig. 7. Fig. 8.

Instalación de termómetros

La fig. 8 hace ver uno de los modos de aislar perfectamente los termómetros que se destinan á medir la temperatura de las capas inferiores de aire, sirviendo el mismo método para conocer la temperatura de otro cualquier punto.

II

TERMÓMETROS Y TERMÓGRAFOS

En nada se diferenciaban de los comúnmente usados, la mayor parte de los termómetros de la Estación Modelo destinados á dar la temperatura máxima y mínima del ambiente. Los de máxima eran de mercurio, y los de mínima de alcohol. Con todo, uno había, que basado en el mismo principio que los de Six, se diferenciaba de éstos, en la disposición de los índices de acero y en constar de una sola rama: lo representa la fig. 9.

Todo el depósito termométrico, que tiene la forma esférica, va lleno de alcohol; lo restante, hasta una altura conveniente, está ocupado por el mercurio, y en la parte superior de éste hay otra pequeña columna de alcohol. Los dos pequeños índices están sumergidos en esta última columna, de modo que no pueden fácilmente caer por su propio peso, y así uno es empujado por la columna de mercurio y el otro atraído por el menisco superior de la columna de alcohol. Con esto el índice inferior indicará la máxima y el superior la mínima, que se ha de referir siempre proporcionalmente al extremo de la columna de mercurio.

En la figura se representa además una ampliación de estos índices y la disposición de la columna de alcohol relativamente á la de mercurio. Se prepara el termómetro como de ordinario colocando por medio de un imán uno de los índices contiguo al mercurio, y el otro de suerte que toque la parte inferior del menisco superior de la columna de alcohol.

Fig. 9. Fig. 10.
Termómetros de máxima y mínima

Merece también especial mención por sus aplicaciones prácticas y fácil manejo el termómetro ideado por los profesores Whitney y Marvin, usado en la misma Estación para observar las temperaturas máxima y mínima del interior y superficie de la tierra, y representado en la fig. 10.

Registraba además la temperatura un termógrafo del conocido sistema Richard, fig. 11.

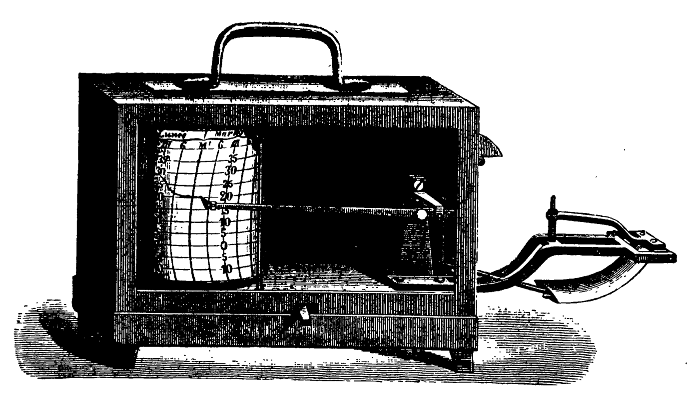


Fig. 11. — Termógrafo Richard

Varios termómetros registradores presentaron los Hermanos Richard en la Exposición Universal de París. Hace años que dichos aparatos funcionan en diversos Observatorios de Francia y de los Estados Unidos y en nuestro Observatorio de Manila; por lo cual bastará dar una breve idea de algunas modificaciones y mejoras y nuevas aplicaciones prácticas introducidas posteriormente por el mismo Richard, conforme á los modelos que examinamos en el Departamento de Francia, en la Sala de Artes y Manufacturas.

Todos estos termógrafos están basados en los efectos debidos á la expansión de un líquido. La sensibilidad del instrumento varía conforme á las disposiciones que ha ideado el mismo constructor para utilizar la expansión termométrica, es decir, según que sea mayor ó menor el tiempo re-

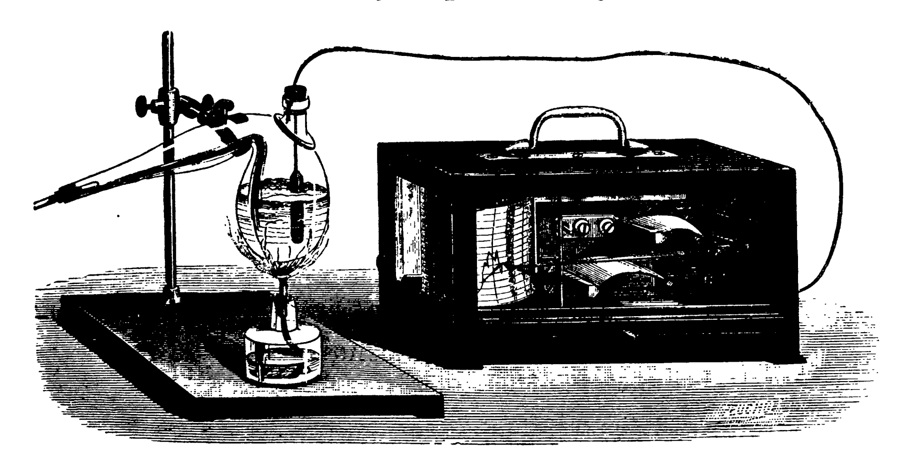


Fig. 12. — Termógrafo Richard

querido para que se establezca equilibrio de temperatura entre el receptor y el ambiente. La fig. 12 representa un termógrafo destinado á medir va-

riaciones de temperatura muy rápidas. El receptor lleva un tubo flexible que puede adaptarse á varias distancias. Este modelo puede fácilmente apreciar de — 17° á + 400° centígrados.

Otros termógrafos hay cuyo receptor es una varilla fija que puede introducirse en sitios accesibles ó inaccesibles cuya temperatura se desea registrar, fig. 13. Si en vez del receptor se coloca un timbre eléctrico que

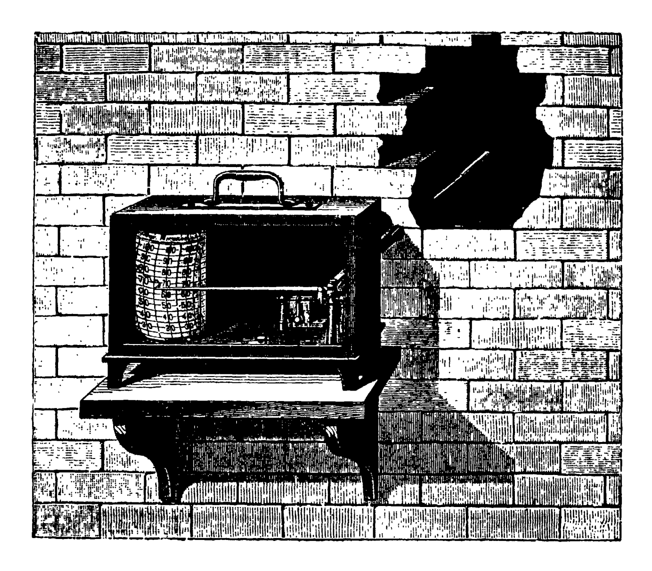


Fig. 13. Termógrafo de Richard

se ponga en actividad al tener la varilla exploradora una temperatura determinada, resultará la forma más sencilla de termómetro eléctrico de alarma, fig. 14.

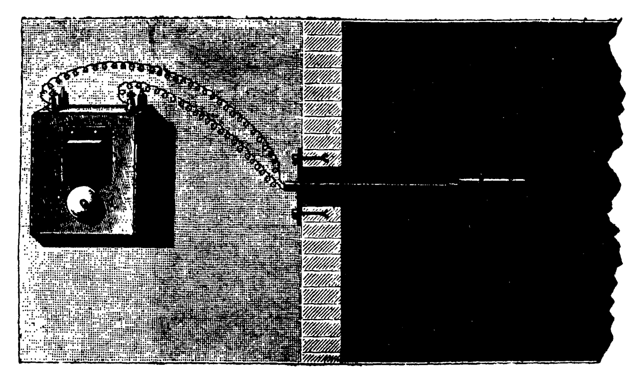


Fig. 14. — Termómetro eléctrico de alarma

El termómetro eléctrico de alarma, tal como lo construye ahora Richard, constituye un aparato de gran utilidad práctica, que puede fácilmente ser transformado en teletermómetro, uniéndolo á dos timbres eléc-

tricos que puedan producir un repique continuado al señalar el aparato una de dos temperaturas máxima ó mínima de sitios apartados ó inaccesibles ó de puntos á donde no es necesario ir.

La fig. 15 representa el indicador, y la 16 la disposición del aparato, pilas y timbre, ya en el caso de no usarse más que un timbre, ya en el de valerse de varios. Cuando hay que observar la temperatura máxima y mínima de algún punto inaccesible, puede hacerse uso de la varilla exploradora, dispuesta para introducirse dentro de espacios cerrados, sótanos, bodegas, etc., y fijarse á la extremidad de un tubo de longitud arbitraria.

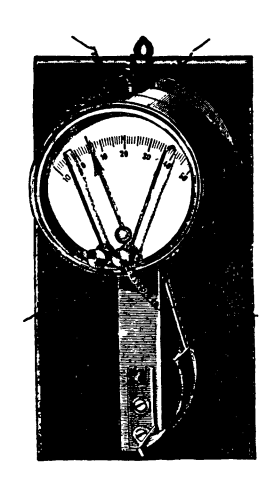
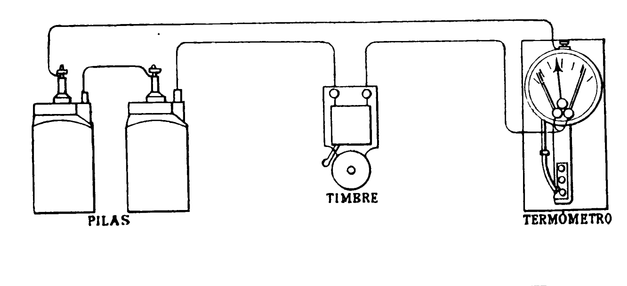


Fig. 15. — Indicador

La parte sensible del instrumento es un recipiente metálico lleno de un líquido expansivo, y el conjunto, muy sólido, puede sin deterioro recibir golpes y choques y ser sometido á presiones considerables. El equilibrio de temperatura se establece en general á través de las paredes del instrumento que está en contacto directo con el origen del calor que se trata de medir. Los contactos eléctricos van protegidos por una cubierta que los preserva limpios y libres de oxidación.

El termógrafo construído por Darton y presentado en la Sección inglesa *F. Darton* & *Co., 142, St. John Street, London, E. C.* está basado en el mismo principio de los de Richard. Un examen detenido y comparativo ha demostrado que el movimiento del tambor en los termógrafos de Darton es más regular que en los de Richard. El receptor va dentro de la caja del registrador, y en esto se diferencia de los termógrafos ordinarios de Richard, en los cuales el receptor está situado fuera, fig. 17.



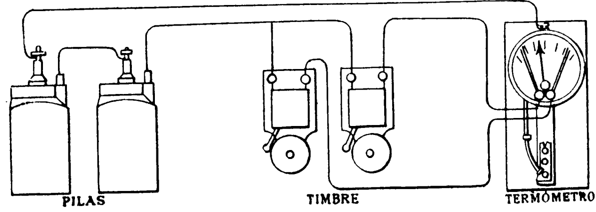


Fig. 16. — Disposición del electro-termómetro de alarma

De la colección variada de termómetros expuesta por el constructor Darton sólo mencionaremos algunos que ofrecen algún interés.

Un termómetro clínico, cuyo tubo está de tal manera dispuesto que aumenta muy considerablemente el filete de mercurio.

Un modelo de termómetros para el estudio de la radiación mínima terrestre.

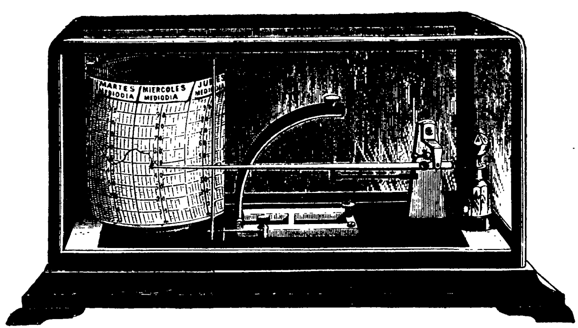


Fig. 17. — Termógrafo de Darton

Un termómetro destinado á medir la radiación solar.

Otro para medir la temperatura del suelo ó de las capas inferiores del aire.

En el Grupo XXI de la Sección alemana, en la Sala de Artes y Manufacturas, núm. 2796, vimos también una interesante colección de termómetros clínicos construídos por W. Hebe, Zerbst-Anhalt.

Era además notabilísima la colección que presentó la Asociación científica alemana *Physikalisch-Technischen Reichsanstalt;* figuraban estos termómetros en el Grupo XXI de la Sección alemana, núm. 2810. No es propio de este lugar dar una descripción detallada de estos aparatos, que puede verse en el número correspondiente al mes de Abril de 1893 del *Zeitschrift für Instrumentenkunde, Berlin, Springer*. Baste decir que estos termómetros eran de cristal de Jena; y sabido es que después de la invención de dicho cristal, la precisión que alcanzan los aparatos termométricos parece haber llegado á su colmo, pues con él se evita el defecto principal de los termómetros antiguos, que era la variabilidad del cero.

También el Instituto Científico de Ilmenan, cuyo objeto principal es examinar aparatos de cristal, singularmente termómetros, presentó varios ejemplares cuyos tubos eran de cristal de Jena.

III

TELETERMÓMETROS

El teletermómetro es un sencillo aparato que puede ser manejado aun por aquellos que no poseen grandes conocimientos en electricidad: empléase para medir la temperatura de sitios distantes; por ejemplo, de varias clases en un colegio ó de varias oficinas de un establecimiento; y asímismo para conocer la temperatura de parajes inaccesibles. Con él puede observarse simultáneamente, desde un punto determinado, la temperatura de varios parajes más ó menos distantes entre sí.

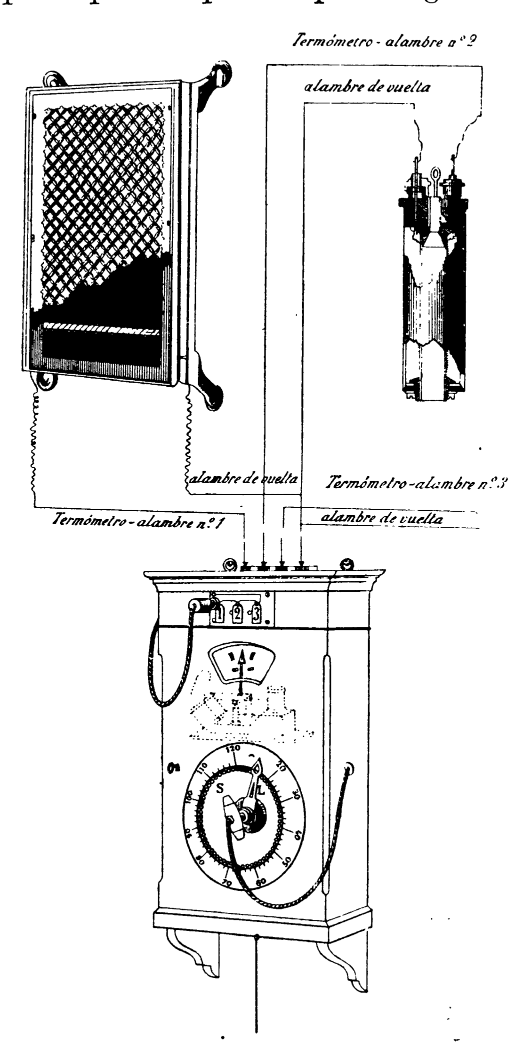


Fig. 18. — Termómetro de Braun.

Fúndase el aparato en el mismo principio del conocido pirómetro de Braun; es decir, en la variación de una resistencia eléctrica que cambia con la temperatura, fig. 18.

El termómetro metálico va encerrado en una caja de hierro enteramente expuesta al aire, para que el termómetro esté sujeto á los cambios de temperatura. Si hay varios orificios laterales en la caja, el termómetro adquiere un grado de precisión extraordinario.

Consiste su indicador en un galvanómetro muy sensible no afectado por corrientes telúricas, ni por la influencia de los metales cercanos, y en un puente de resistencias. El galvanómetro y el puente están dispuestos en una caja de caoba, de modo que el índice sea visible y la resistencia

pueda ajustarse desde el exterior. La temperatura se lee directamente. Las pilas pueden colocarse donde más convenga; bastan pocos elementos.

Úsase el aparato del modo siguiente: se adapta la llave *S* al orificio del centro del cuadrante graduado, y el índice *L* se va colocando sobre los pequeños contactos hasta que la aguja del galvanómetro indique cero. En este caso el índice marca en grados centígrados la temperatura. Se abre el circuito volviendo á colocar el índice *L* en el cero.

Basta un simple indicador para cualquier número de termómetros, con tal que cada uno tenga su pila independiente y se disponga de un cuadro de contactos que haga funcionar los diversos termómetros. El reóforo de vuelta puede ser común á todos.

Este teletermómetro construído por Hartmann y Braun estaba expuesto en un pabellón separado, dentro de la Sección alemana, en el piso inferior del edificio destinado á la Electricidad, Grupo CXXIII, núm. 1349.

CAPÍTULO TERCERO

Corrientes Aéreas

I

ANEMÓMETROS Y ANEMÓSCOPOS

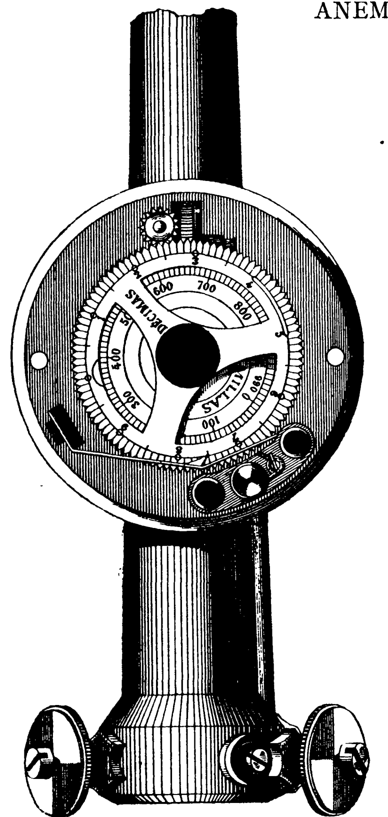


Fig. 19. — Contador anemométrico

El anemómetro usado en el Observatorio erigido en Chicago es del sistema Robinson. En él tienen especial disposición las ruedas dentadas del contador cuyo detalle aparece en la fig. 19. La lectura del indicador, tal como se representa en ésta, señala exactamente 372,5 millas. Pueden registrarse por medio de la electricidad las indicaciones del contador, y en este Observatorio así se hacía, pero no era peculiar del anemómetro el aparato, sino que al mismo tiempo registraba las observaciones del anemóscopo y heliómetro.

El electro-anemógrafo ha estado en constante uso en algunas Estaciones meteorológicas principales de los Estados Unidos por espacio de más de veinte años. Tiene este aparato el inconveniente de tenerse que cambiar cada día la hoja registrada. Para obviarlo, sugirió hace algunos años Carlos B. Tuch la idea de hacer servir más tiempo el mismo registro; pero no se llevó á la práctica con perfección hasta hace un año en que Jorge W. Scott y el Prof. C. F. Mar-

vin, empleados en la Oficina Meteorológica, construyeron un anemógrafo que registra la velocidad del viento en hojas que sólo deben cambiarse cada semana. La pluma corre muy pausadamente de derecha á izquierda á lo largo del cilindro en que se marca la velocidad del viento. Á cada milla recorrida por el viento se establece el contacto eléctrico.

La veleta usada en dicha Estación era de la forma y tamaño generalmente adoptados. Medía cerca de dos metros de longitud y giraba sobre rodillos dispuestos para disminuír el roce, registrándose en un tambor ó cilindro la dirección del viento. La espiga en que giraba la veleta estaba muy ingeniosamente dispuesta para establecer el contacto eléctrico correspondiente á cada dirección. Una ojeada á la fig. 20 dará alguna idea de

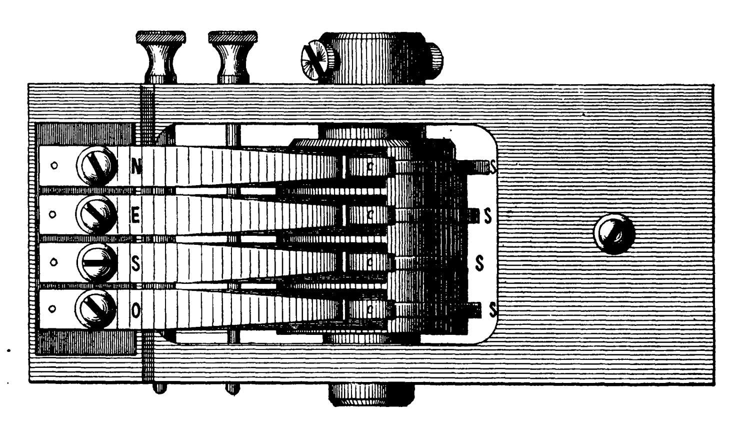


Fig. 20. — Espiga del anemóscopo

esta disposición, que es invención del Prof. Marvin. Se registran directamente los cuatro rumbos principales: Norte, Sud, Este y Oeste, siendo fácil con la sola inspección del registro determinar otros cuatro rumbos intermedios. En las laminitas correspondientes á las cuatro direcciones hay las pequeñas ruedas *c c c c* que disminuyen el roce, y establecen el contacto eléctrico al apoyarse en las partes salientes *s* de la espiga. Cada una de estas partes corresponde á un rumbo cardinal y va gradualmente disminuyendo por ambos lados abrazando cerca de un cuadrante de la sección recta del cilindro. Es necesario disponer para cada lámina de un hilo eléctrico y un registro especial.

El electro-anemógrafo (sistema Sprung-Fuess) estaba expuesto en el Grupo XV de la Sección alemana en la división correspondiente á la Exposición de las Universidades alemanas. La particularidad de este aparato

consiste en el modo ingenioso de establecer la corriente el contador al fin de cierto número de vueltas, fig. 21.

El eje *c* de un anemómetro cualquiera, por ejemplo, de Robinson, engrana en una rueda dentada *d* de 100 dientes; el piñón *h* tiene 30 dientes y engrana con la rueda *i* de 90 dientes. De donde, una revolución de la rueda *i* corresponde á 300 revoluciones del anemómetro. La rueda *i* lleva fija una varilla ó tope *n*, el cual á cada vuelta de dicha rueda tropieza con la espiga *s* del cilindro movedizo *K*, y lo eleva un tanto. Se levanta con él la palanca ahorquillada *m* por medio de la otra espiga encorvada *x*. Al desprenderse del tope *n* la varilla *s*, la espiga *y* se apoya sobre la horquilla y el peso del cilindro la hace descender; entre tanto el tope encorvado *x* aprieta una lámina metálica dispuesta en el extremo del brazo inferior, á la que sólo toca mientras resbala hacia dentro y cierra un circuito eléctrico. La corriente que se establece á cada revolución de la rueda *i* pasa al aparato registrador, en el que se obtiene la velocidad del viento por la relación de los espacios recorridos en tiempos dados, como fácilmente se comprenderá después de leída la descripción que de este registrador daremos en seguida.

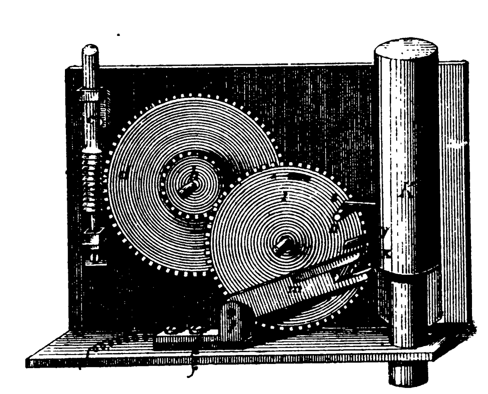


Fig. 21. — Disposición del contador en el electro-anemógrafo

El aparato registrador representado en la fig. 22, no sólo da gráficamente la velocidad del viento, como hemos dicho, sino también su dirección. Consta de un electro-imán *E*, cuya armadura es una áncora *A* que puede poner en movimiento la rueda dentada *A'* cuyo objeto es desarrollar la tira de papel que lleva el tambor *V*. Tiene además el aparato cuatro electro-imanes *e*, correspondientes á los cuatro rumbos cardinales Norte, Sud, Este, Oeste, cuyas armaduras *f* son otras tantas plumas ó estiletes que se apoyan sobre la misma tira de papel que desarrolla el electro-imán *E* y tienen un movimiento lateral de poco más de un milímetro. La pluma registradora de

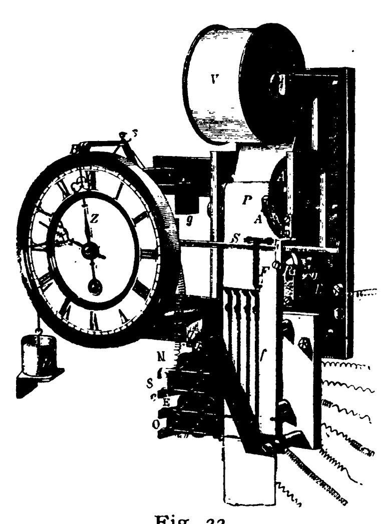


Fig. 22.
Registrador de Sprung y Fuess

la velocidad viene representada por *F* y está fija á una varilla *S* que empujada por el reloj resbala sobre la rueda *R*, recorriendo la tira de papel de izquierda á derecha durante una hora. Al fin de este tiempo la manecita del reloj toca el tope *B*, que se halla á las XII, se levanta un poquito la varilla *S*, y el contrapeso que está sumergido dentro del vaso *D*, arrastra la varilla *S* y por lo tanto el estilete *F* hacia la izquierda, con lo que trazará una línea horizontal continua que, ó se sobrepondrá totalmente á la trazada de izquierda á derecha, durante el primer movimiento de una hora, si no hubo contacto eléctrico; ó sólo se confundirá con el último trazo

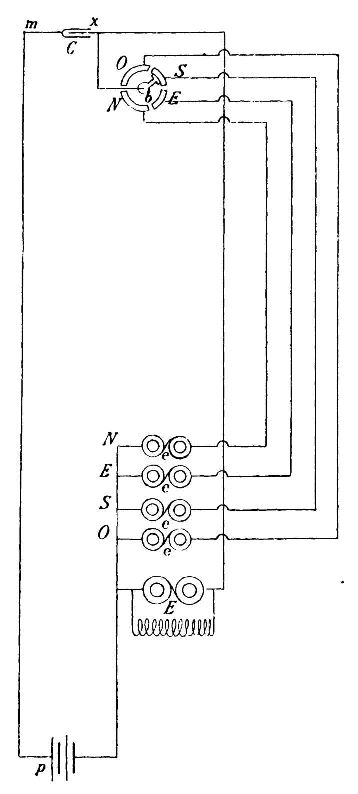


Fig. 23. — Disposición de la corriente en el anemógrafo-anemóscopo

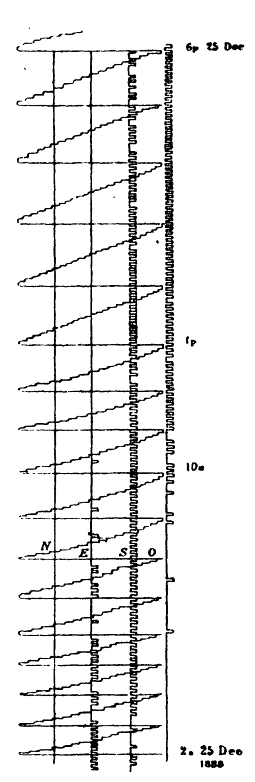


Fig. 24. — Representación gráfica de la dirección y velocidad del viento

horizontal. Al comenzar de nuevo el estilete *F* á recorrer su camino baja un poco el papel para que se distinga el nuevo trazo del anterior.

El modo de funcionar de este ingenioso registrador podrá deducirse de la figura esquemática 23. Una misma pila *P* sirve para activar el electroimán *E* y los electro-imanes *e*. Á cada vuelta completa de la última rueda del contador se establece la corriente eléctrica por medio de la horquilla *C* y la espiga ó tope *x*, la cual se bifurca pasando parte al electro-imán *E* que hace bajar el papel, con lo que la línea horizontal que describía el estilete

se interrumpe por un trazo vertical, continuándose la horizontal más arriba hasta nuevo contacto; y parte va á través de la pieza conmutadora *b* movida por la veleta, á uno de los electro-imanes *e* (en la figura se dirige al electro-imán correspondiente al rumbo Sud) y pone en actividad su pluma todo el tiempo que dura la corriente. Puede suceder que la pieza conmutadora *b* se coloque entre los contactos correspondientes á dos rumbos; en tal caso las plumas respectivas se moverán, puesto que la corriente se comunicará á la vez á dos de los electro-imanes *e*. Lo cual manifiesta que no sólo se pueden registrar los cuatro rumbos cardinales, sino los intermedios, hasta 16, con bastante aproximación. En el modelo que presentamos como ejemplo de la línea descrita por este registrador en la fig. 24 se ve cómo el viento desde la madrugada del 25 de Diciembre de 1888 hasta las seis de la tarde del mismo día fué virando del Este al Oeste pasando por el Sud, de manera que hacia mediodía soplaba ya del Sudsudoeste. Nótese que el espacio comprendido entre dos rayas horizontales completas es el correspondiente á una hora. Se ajusta el aparato por medio del tornillo *h* y el contrapeso *g*. El peso *D* se sumerge en una solución de glicerina para que el movimiento de retroceso no sea violento é inutilice el estilete.

Los anemómetros construídos hasta hace poco tiempo no indicaban más que el camino recorrido por el viento dejando al observador el trabajo de deducir de estas indicaciones la velocidad por la aplicación de la sencilla y tan conocida fórmula $v = \frac{e}{t}$. Varias tentativas se han venido haciendo para obtener directamente de los aparatos la velocidad del viento por segundos. En la Exposición de París de 1889 se tocaron ya los resultados de las primeras tentativas. El anemógrafo de Fuess, que hemos descrito, denota ya un paso más en estas investigaciones, y los constructores franceses Richard han obtenido también feliz resultado en su empeño por mejorar tan útil instrumento.

Construye actualmente Fuess anemómetros de bolsillo que pueden ser muy útiles para los marinos y en las excursiones por tierra. Presentamos en la fig. 25 el modelo que aparecía en el Grupo XV de la Sección alemana de la Sala de Artes y Manufacturas.

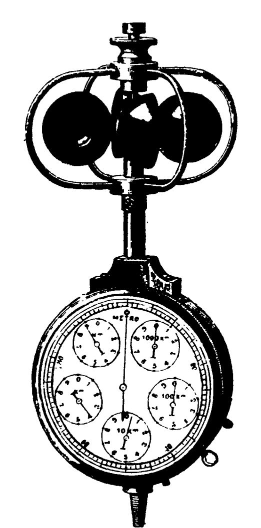


Fig. 25. — Anemómetro

Uno de los más notables inconvenientes que ofrecían los anemómetros era el no dar la velocidad absoluta

del viento, sino según la componente horizontal, á pesar de ser aquélla uno de los datos más importantes en Meteorología. El P. Marcos Dechevrens S. J., antiguo Director del Observatorio de Zi-ka-wei, en China, fué el primer meteorólogo que emprendió el estudio de la componente vertical en el movimiento del aire, llegando á medirla por medio de aparatos anemométricos que él llamaba clino-anemómetros.

Dio noticia del resultado de sus investigaciones el P. Dechevrens en 1886.

Los constructores Richard presentaron en la Sección francesa de la Sala de Artes y Manufacturas, un modelo de clino-anemómetro con su aparato registrador. Es el clino-anemómetro, un anemómetro que sólo gira bajo la acción de una fuerza vertical, verificando la rotación en uno ó en otro sentido, según sea ascendente ó descendente la fuerza que actúa sobre el aparato.

El molinete está formado por cuatro travesaños perpendiculares entre sí, sujetos á un eje vertical de rotación. Cada uno de estos brazos en el sentido de su longitud lleva afianzada una lámina rígida de forma trapezoidal, inclinada 45° con relación al plano horizontal determinado por las aspas del molinete. De esta suerte cada dos placas opuestas forman un ángulo recto, y una corriente de aire vertical ya ascendente ya descendente choca oblicuamente en las superficies de las mismas, imprimiéndoles á todas impulsos en el mismo sentido, que obligan al anemómetro á girar de derecha á izquierda, por ejemplo, en el primer caso, y de izquierda á derecha en el segundo. Si por el contrario la corriente aérea fuera completamente horizontal, al encontrarse con el molinete comunicaría á las diversas caras impulsos que tenderían á hacerle girar en sentidos encontrados, y por lo tanto permanecería inmóvil.

Ahora bien, como toda corriente de aire V oblicua con relación al horizonte se puede descomponer en dos, una horizontal $h = V \cos i$, y otra vertical $v = V \operatorname{sen} i$, de lo dicho anteriormente se deduce que esta última es la que hará girar el clino-anemómetro.

Para determinar la velocidad absoluta del aire y su inclinación, bastará conocer por medio de otro anemómetro la componente horizontal, como ponen de manifiesto las fórmulas siguientes:

$$V = \sqrt{h^2 + v^2}\,;\ \operatorname{tang} i = \frac{v}{h}$$

Para enlazar el clino-anemómetro con un registrador, lleva en su eje un frotador que pasa sucesivamente por tres contactos suficientemente se-



parados entre sí sobre un cilindro de ebonita. De cada contacto del frotador parte un hilo que termina en el aparato registrador, fig. 26.

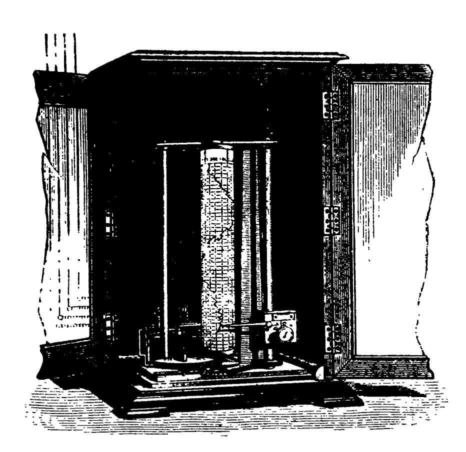


Fig. 26. – Registrador del clino-anemómetro

Éste consta de un motor eléctrico formado de tres carretes, cuyo núcleo es de hierro dulce, simétricamente dispuestos alrededor de un eje que lleva una cruz, también de hierro dulce, de cuatro tramos ó brazos. Puesto cada uno de los carretes en relación con el contacto del molinete, é introducida una pila de corriente continua en el circuito, cuando da vuelta el molinete en un sentido, solicitado por las corrientes ascendentes del aire, la cruz se desvía hacia un lado; cuando el molinete se mueve en sentido opuesto, también la cruz verifica un movimiento contrario.

Estas revoluciones son transmitidas por un engranaje á un cilindro que se desvía proporcionalmente al espacio recorrido por el viento. Por medio de una pluma arrastrada por un aparato de relojería, quedan delineados á lo largo del cilindro diagramas, de los cuales se puede fácilmente deducir la componente vertical (1).

Pertenecen á esta Sección los cinemómetros y cinemógrafos; pues aunque son aparatos que dan directamente, ó por medio de representaciones gráficas, la relación entre el número de revoluciones de un aparato giratorio cualquiera, y el tiempo transcurrido en verificarlas, pueden aplicarse con éxito á la determinación del número de vueltas que da un anemómetro en un tiempo dado. Expusieron algunos ejemplares de estos aparatos los constructores Richard Hermanos en la Sección francesa de la Sala de Artes y Manufacturas.

Presentaron también dichos constructores una combinación del cinemómetro y cinemógrafo, que no describiremos por no ser tal aparato de

(1) Para obtener la componente horizontal de la velocidad del viento, no parece acomodado el molinete de Robinson, aunque es el comúnmente usado en todos los Observatorios, pues los hemisferios son actuados por las corrientes verticales de manera que impiden la marcha regular del aparato. Ha ideado el P. Dechevrens el molinete de semicilindros rectos. Está preparando dicho Padre una instalación en Jersey de los dos anemómetros, sobre una torre de 50 m. de alto, para proseguir los trabajos que sobre la inclinación de las corrientes generales de los vientos comenzó durante su permanencia en Zi-ka-wei. Esta clase de observaciones se hacen en París en la torre Eiffel, pero en tan malas condiciones que no dan esperanza de producir resultados satisfactorios.

invención reciente. El electro-cinemógrafo, que representamos en la fig. 27, merece especial mención por ser de lo último que la ciencia ha perfeccionado.

Es este aparato el mismo cinemógrafo provisto de un sistema de escape actuado por un electro-imán. Contiene cada electro-cinemógrafo un sen-

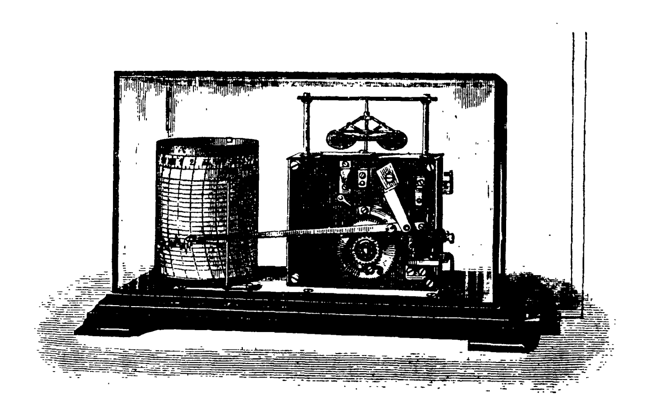


Fig. 27. — Electro-cinemógrafo

cillo cierra-circuito que actúa á cada revolución. Dos alambres ponen en comunicación los contactos; uno de estos alambres va á unirse al alambre común que va á la pila, y el otro al conmutador ó botón que ha de emplearse cuando quiera hacerse uso del cinemógrafo. Con esto se comprende que un solo electro-cinemógrafo puede servir para registrar sucesivamente las velocidades de revolución de diversos aparatos giratorios; por ejemplo, de diversos anemómetros colocados en un mismo punto para estudios comparativos, ó en puntos distantes para examinar los cambios de velocidad en los vientos, etc., etc.

II

CICLONOSCOPIOS

El único aparato referente á ciclones verdaderamente práctico y que representa de una manera sencilla y gráfica las leyes fundamentales que rigen el movimiento ciclónico, era el presentado por el R. P. Benito Viñes S. J., Director del Observatorio del Real Colegio de la Habana, fig. 28. Es este instrumento un ciclononefóscopo, y se hallaba expuesto en la Galería,

letra A, del Palacio de Artes y Manufacturas. Consiste en un disco movible de cartón concéntrico con otro disco fijo en que va trazada la rosa de los vientos. El disco movible tiene en el centro un espejo plano circular y lleva un índice principal que corresponde á la dirección del vórtice del ciclón y forma ángulos determinados deducidos de la experiencia con otros

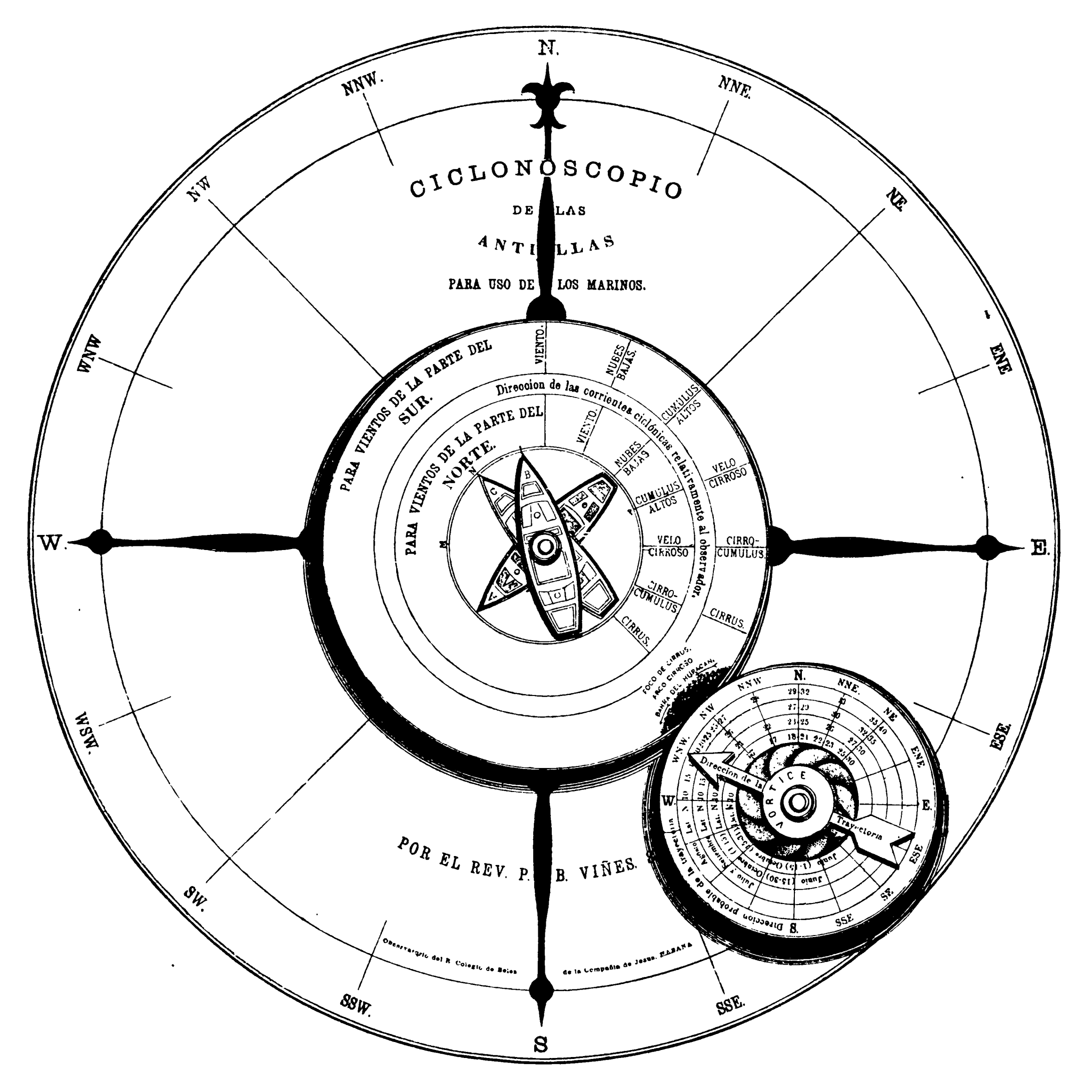


Fig. 28. — Ciclonoscopio

índices secundarios, que corresponden á la posición de los cirros, cirrocúmulos, velo cirroso, nubes bajas, y á la dirección del viento.

El objeto de este aparato es dar reglas prácticas y sencillas que guíen al observador en tierra y al marino en la soledad de los mares en las siguientes investigaciones, que son de gran importancia:

1.ª Descubrir el movimiento ciclónico en la atmósfera cuando el vórtice se halla todavía á mucha distancia.

2.ª Investigar con bastante probabilidad de acierto si la tormenta es de grande ó pequeño diámetro, de organización perfecta ó deficiente, de mucha ó poca intensidad.

3.ª Determinar en un momento dado la demora del vórtice.

4.ª Determinar la posición del observador relativamente á la trayectoria.

5.ª Prever con alguna probabilidad de acierto con qué rumbo soplarán los vientos más violentos y peligrosos.

6.ª Precisar en lo posible la verdadera dirección de la trayectoria en cada caso concreto.

7.ª Investigar cuál sea la posición del ciclón respecto á su trayectoria; es decir, tratar de averiguar si está en la primera ó en la segunda rama, ó si está recurvando ó próximo á recurvar.

8.ª En la imposibilidad de determinar en la mayor parte de los casos por solas observaciones locales y aisladas la verdadera distancia del vórtice, conocer, sin embargo, si pasa cerca ó lejos del punto de observación.

Para uso de los marinos modificó el P. Viñes dicho aparato é ideó una forma especial del que apenas se ha construído ejemplar alguno, pues las enfermedades que los dos últimos años le acosaron, hasta acabar con su preciosa vida, impidieron que el sabio meteorólogo español pudiera dedicarse á divulgarlo. De dicho nuevo aparato sólo existe un ejemplar algo completo para uso privado del Observatorio de la Habana y se prepara otro para el de Manila. Por su medio se pueden hacer, además de las anteriores, las averiguaciones siguientes:

9.ª Conocida la latitud aproximada del vórtice en determinada fecha, averiguar de antemano la dirección probable de la trayectoria.

10. Determinar la posición del observador relativamente al cuerpo de la tormenta, ó á los diversos cuadrantes en que se la suele considerar dividida.

11. Elegir los rumbos y maniobras más convenientes para alejarse con tiempo del vórtice del huracán, y utilizar en algunos casos los mismos vientos ciclónicos, y en casos extremos luchar lo más ventajosamente posible contra los furores de la tormenta.

CAPÍTULO CUARTO

Meteoros Acuosos

PLUVIÓGRAFOS

Uno de los pluviógrafos allí usados era una modificación de los tan conocidos pluviógrafos de balanza. Como se ve en la fig. 29, consta de dos depósitos *b b'*, de unos 20 centímetros cúbicos de capacidad, apoyados en un eje sobre el cual pueden girar como el brazo de una balanza. La extremidad del tubo que conduce el agua recogida por el receptor expuesto al aire libre, va á terminar exactamente sobre uno de los depósitos: lleno éste de agua se desequilibra la balanza, y se vierte el líquido en un recipiente común al propio tiempo que el otro depósito se coloca debajo del tubo del receptor para llenarse á su vez. Este movimiento alternativo de la balanza establece contactos eléctricos que transmiten la corriente á un aparato registrador. La lectura de las observaciones en la hoja del registrador está facilitada por un mecanismo, en virtud del cual, á cada diez rayas ó señales correspondientes á otros tantos movimientos de los depósitos, sucede una raya mayor. Este aparato, como se ve, es un verdadero pluviógrafo, pero puede usarse como simple pluviómetro, midiendo por los métodos ordinarios el agua recogida en el recipiente co-

mún, lo cual siempre puede servir para comprobar las indicaciones gráficas del registrador.

Otro pluviógrafo especial de esta Estación Meteorológica es el inventado por Marvin, llamado de peso, y ofrece la ventaja de poder servir

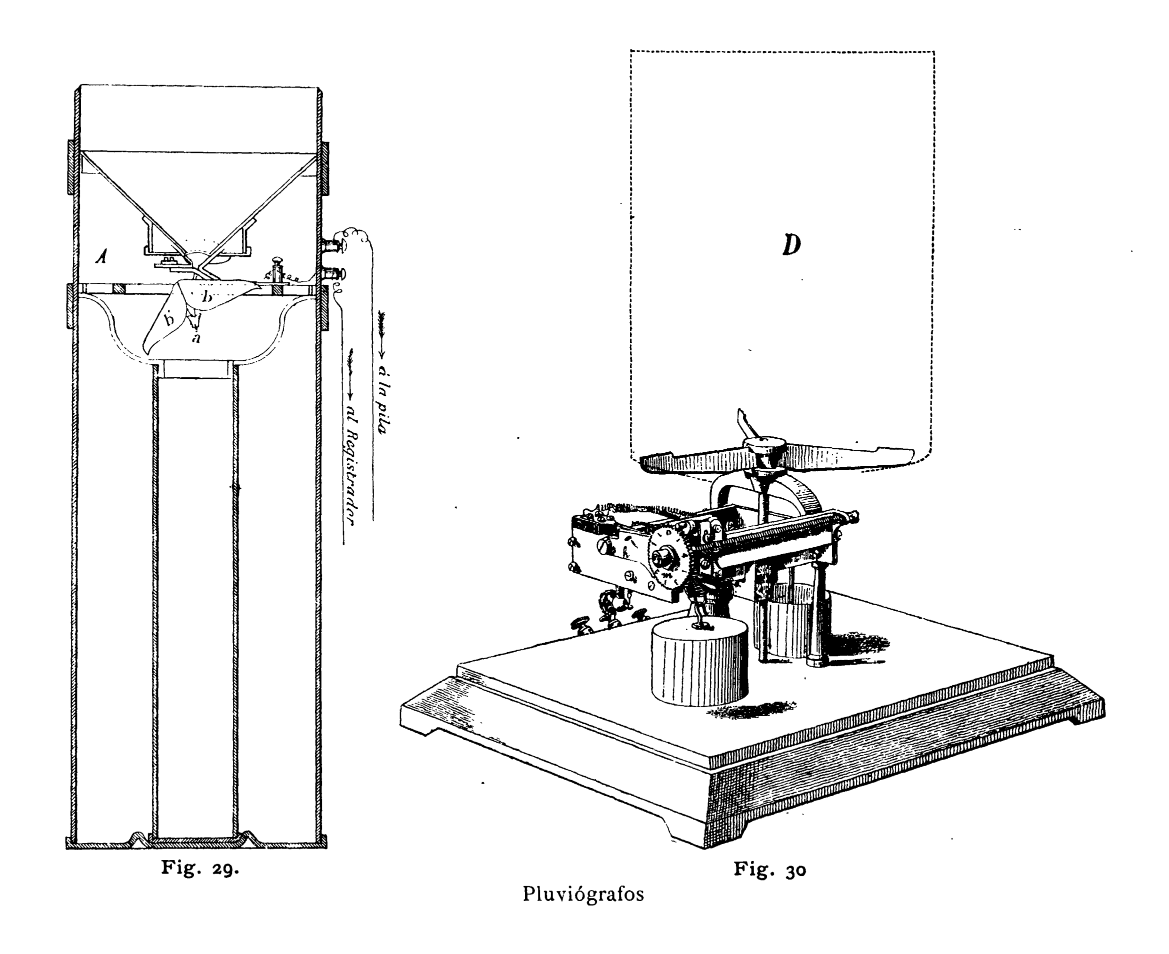


Fig. 29. Fig. 30

Pluviógrafos

igualmente para pesar la cantidad de agua ó nieve ó granizo que se recoja en el recipiente. El aspecto general del aparato está representado en la fig. 30. *D* es un recipiente de cobre de 23 centímetros de diámetro por 30 centímetros de altura, fijo en el extremo de una palanca cuya cuchilla ó punto de apoyo gravita sobre un pie que aparece en parte ocultado por el peso que hay delante: el otro brazo de palanca sostiene un electro-imán. Paralelo á la palanca y unido á ella hay un tornillo cuya extremidad izquierda lleva una rueda dentada *m*, la cual puede ser movida por una horquilla ó áncora *h* que constituye la armadura del electro-imán. Forma también parte esencial de este aparato un contrapeso que suspendido del tornillo por una media tuerca, puede correr á lo largo de él, cuando el

electro-imán, activado por la corriente eléctrica, establecida al desequilibrarse la balanza, por medio de su armadura hace dar vueltas al tornillo: con lo cual el peso adelanta un poco hasta restablecer el equilibrio que se había perdido por el agua, nieve ó granizo que había caído en el depósito. Esta misma corriente se transmite al registrador y así puede conocerse con exactitud la cantidad de agua que ha caído en un tiempo dado.

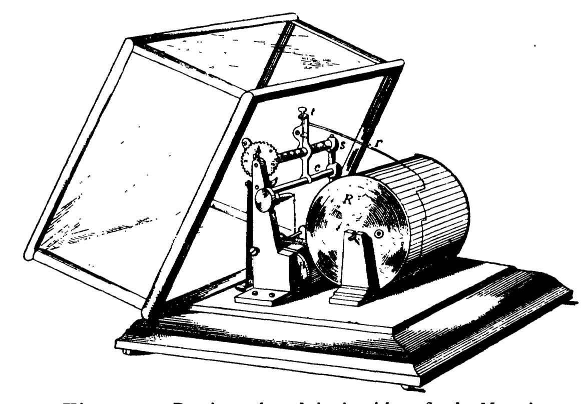


Fig. 31. — Registrador del pluviógrafo de Marvin

El registrador está dispuesto como manifiesta la fig. 31. El cilindro *R* horizontal va movido por un aparato de relojería interior que le hace dar una vuelta completa cada 12 horas. El mecanismo que da movimiento á la pluma consiste en un electro-imán *H*, cuya armadura, análoga á la del aparato receptor, lleva una horquilla ó áncora que apoyándose sobre los dientes de la rueda dentada *o* hace correr un diente á cada oscilación: con esto gira el tornillo: y la pluma *P* sostenida por la pieza *t* que tiene un tope metido dentro de la espira del tornillo, se ve obligada á correr á lo largo de él con movimiento perfectamente rectilíneo, por tener dos puntos de apoyo, uno en el tornillo y otro en una varilla *c* paralela á éste. Á fin de que la pluma al llegar á la extremidad del tornillo pueda retroceder automáticamente, hay una segunda hélice arrollada en sentido contrario á la primera, por lo cual

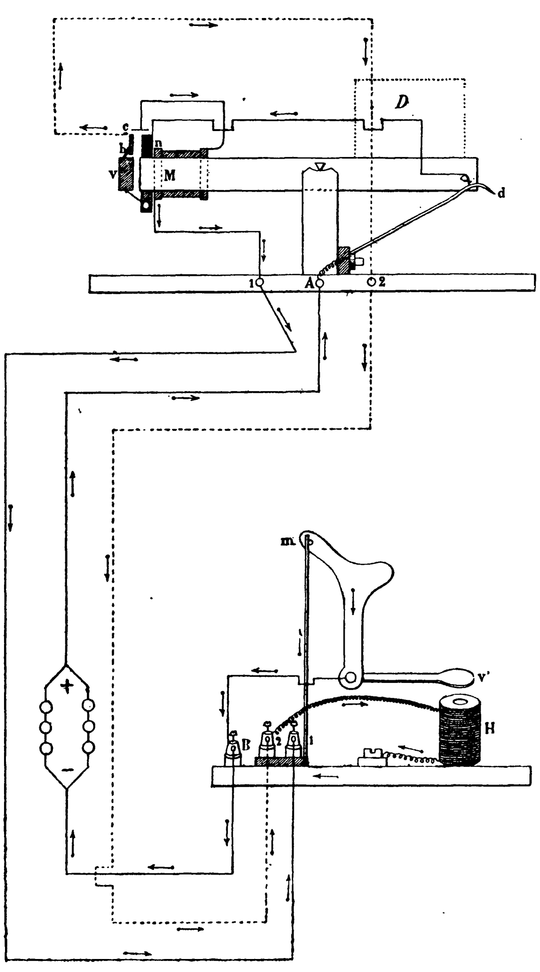


Fig. 32. — Diagrama del pluviógrafo

se ve obligada la pluma á correr alternativamente de una extremidad á la otra.

Basta una sola corriente para hacer funcionar simultáneamente los dos aparatos receptor y registrador, como puede verse en el esquema representado en la fig. 32. En efecto, en el momento en que se desequilibra la balanza por el aumento de peso del depósito *D*, la palanca establece dos contactos, uno con el resorte *d* y otro por medio de la pieza metálica *n* con el resorte *c*, contactos que perseverarán mientras dure el desequilibrio de la balanza. La corriente que entra por *c* activa el electro-imán *M*, pasa al registrador, y de éste á la pila, siguiendo el curso marcado por la línea continua. Activado el electro-imán *M* atrae su armadura *v*, la cual, al mismo tiempo que hace girar el tornillo del receptor, modificando la posición del contrapeso, establece un nuevo contacto, apoyando el resorte *b* sobre la pieza metálica *n*. Así se consigue bifurcar la corriente principal, formándose una derivación, que partiendo de *b* sigue el camino marcado por la línea de trazos, y activa el electro-imán *H*, el cual atrayendo su armadura comunica movimiento á la pluma del registrador. Á esta atracción es debida la interrupción de la corriente principal en *m*, por lo cual deja de pasar por el electro-imán *M* y de ser atraída su armadura *v* interrumpiéndose el contacto *b*, y volviendo la armadura *v'* á su primitiva posición.

Si con esto no está restablecido el equilibrio, como aún permanece el contacto *c*, se repite el fenómeno anterior hasta que el contrapeso del receptor ocupe una posición tal que equilibre perfectamente el aumento de peso del recipiente.

En el Grupo XV de la Exposición de las Universidades alemanas figuraba un pluviógrafo construído por Fuess, del cual vamos á dar algunos pormenores.

La fig. 33 representa una sección del aparato receptor muy semejante al que se ha dicho funcionaba en la Estación Meteorológica de la Exposición. Consiste en una balanza *V* muy sensible de platillos en forma de cucharitas de poca capacidad. Está muy bien determinada la cantidad de agua necesaria para hacer inclinar uno de los brazos hasta establecer contacto con uno de los tornillos de la parte inferior. Tal como se muestra en la figura, la corriente eléctrica que pasase por los alambres que van al aparato registrador, como

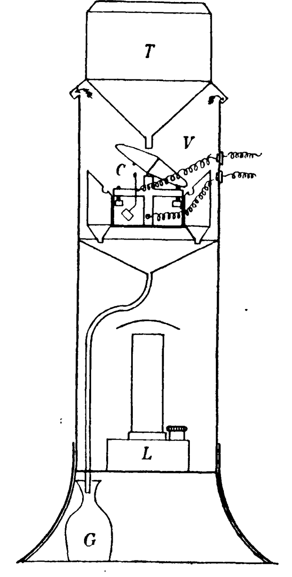


Fig. 33. — Pluviógrafo de Sprung Fuess

luégo se verá, estaría interrumpida en *C*. Por poca agua que caiga del depósito *T* se romperá el equilibrio y bajará el platillo de la izquierda tocando á *C* y cerrando el circuito. En cuanto ha caído el brazo de la izquierda, está en disposición de llenarse el de la derecha, y así puede romperse de nuevo el equilibrio; con estos movimientos alternativos, el agua recogida en *T* va cayendo en el depósito *G* donde se puede medir para comprobar la cantidad de agua que acusa el aparato registrador. En caso de caer nieve ó granizo puede encenderse la lámpara *L* para que se derrita en cuanto vaya cayendo en el receptor *T*.

El aparato registrador es enteramente igual al del electro-anemógrafo,

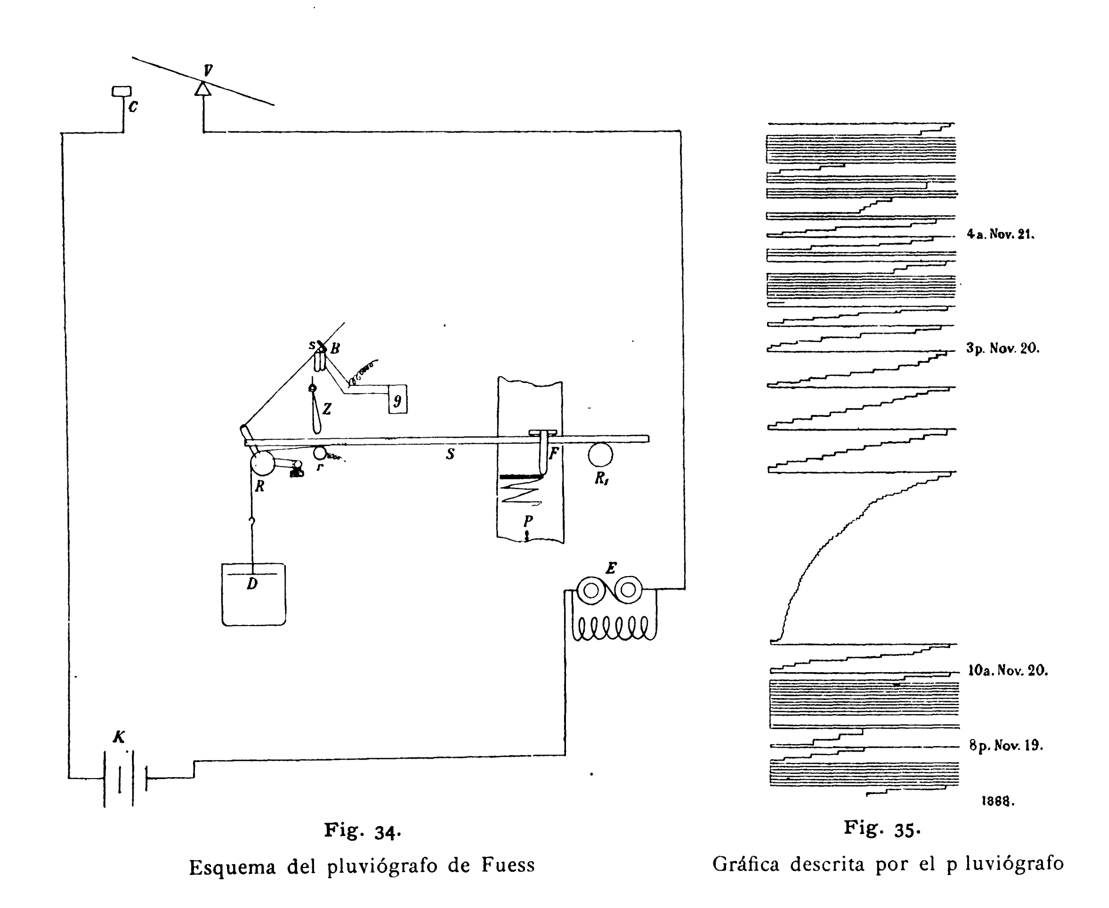


Fig. 34.
Esquema del pluviógrafo de Fuess

Fig. 35.
Gráfica descrita por el p luviógrafo

suprimidos los cuatro electro-imanes *e* que dan la dirección del viento; y por lo tanto nos contentamos con representarlo en esquema en la fig. 34. Se comprende fácilmente que si no llueve, el estilete trazará cada hora una línea horizontal continua: si llueve, en virtud del movimiento que la rueda dentada *A'* imprime al papel, el estilete formará un diente en el

mismo, correspondiente á cada uno de los movimientos completos de la balanza *V*. Damos en la fig. 35 un modelo de las líneas trazadas por este aparato, cuya descripción completa puede verse en el *Zeitschrift für Instrumentenkunde, März,* 1889.

Hallábanse también expuestos algunos pluviógrafos de Richard, uno de cuyos modelos representa la fig. 36.

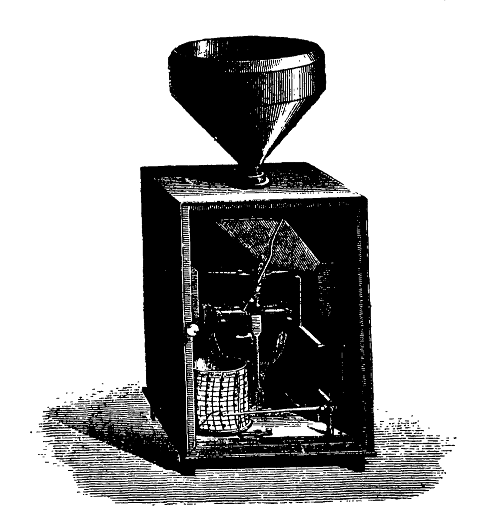


Fig. 36. — Pluviógrafo de Richard

CAPÍTULO QUINTO

Humedad del aire

PSICRÓMETROS

Además del psicrómetro registrador de Richard, fig. 37, funcionaba el psicrómetro de observación directa, ideado por Marvin.

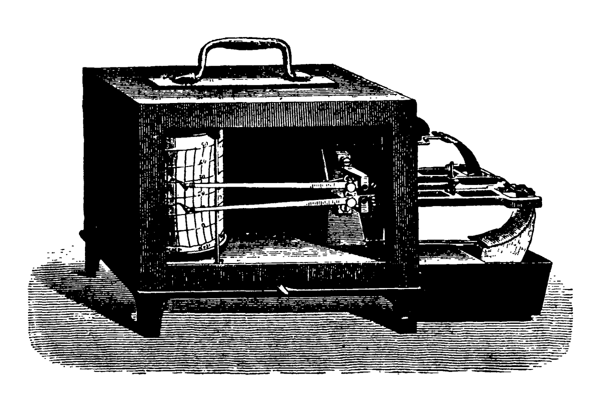


Fig. 37. — Psicrómetro de Richard

Consiste éste en dos termómetros de mercurio dispuestos en una tabla con una cigüeñuela ó manubrio en la parte superior que permite hacer girar el instrumento con un rápido movimiento rotatorio. Á uno de los termómetros se le cubre el depósito con una tela que ha de mojarse con agua limpia al tiempo de la observación.

El psicrómetro de aspiración inventado por el Dr. Ricardo Assmann en Berlín y construído por R. Fuess, figs. 38 y 39, es un aparato destinado á determinar la temperatura verdadera y humedad del aire, cualesquiera que sean las condiciones del sitio de observación. La influencia del calor radiante, aun bajo la acción directa de los rayos solares, se halla reducida á tan pequeña cantidad que puede en todo caso despreciarse, hasta en las regiones tropicales y en las mayores alturas de la atmósfera.

Juan Welsh inventó en 1853 el primer aparato de este género, en Inglaterra, sirviéndose de él en sus ascensiones aeronáuticas. J. Glaisher empleó también el mismo aparato en sus viajes aéreos.

Desgraciadamente echóse enteramente en olvido la idea de semejante instrumento, hasta que en 1886 el Dr. Assmann, sin tener noticia de la invención de Welsh, lo presentó como nuevo, y en 1889 le dió la forma que al presente tiene.

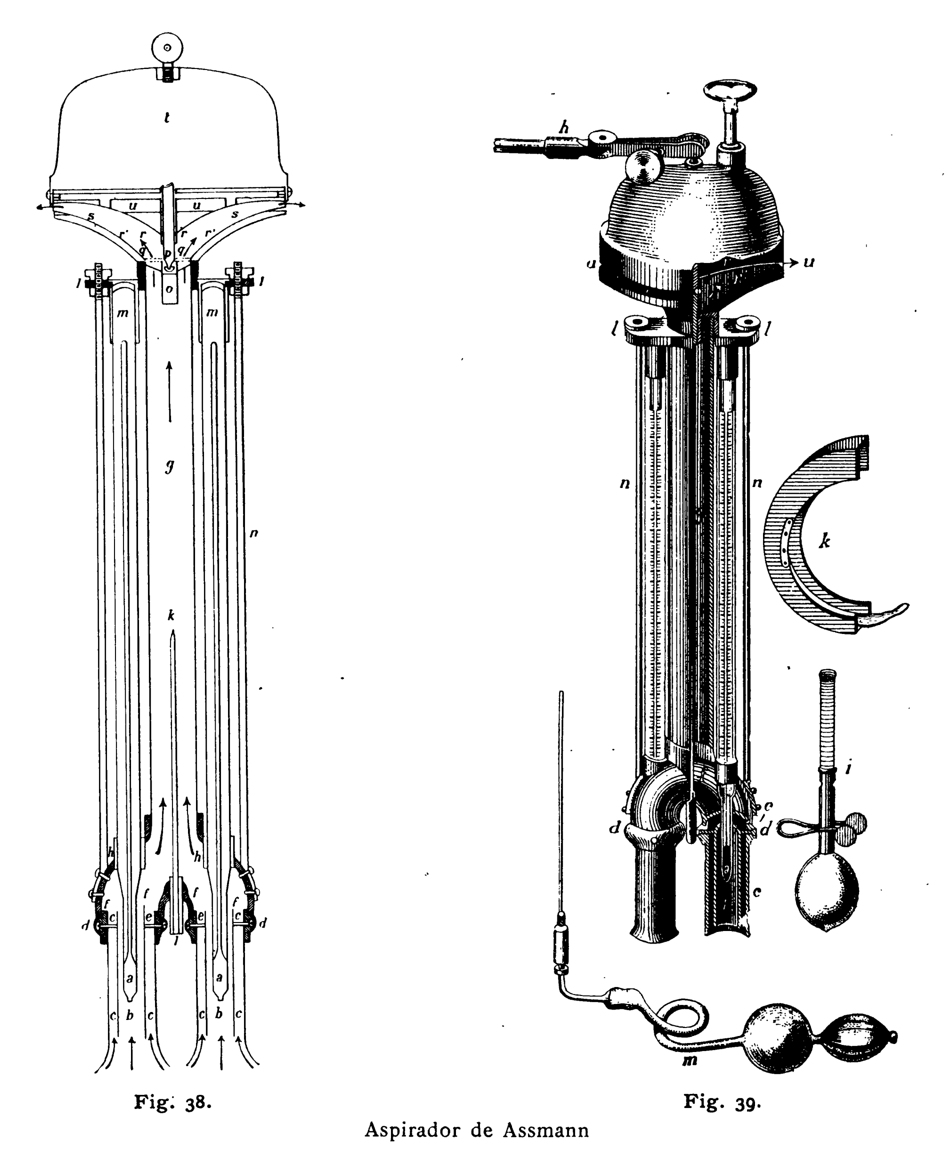


Fig. 38. Fig. 39.

Aspirador de Assmann

Empléase este aparato de Assmann en el Real Instituto Meteorológico de Prusia para la exacta determinación de la verdadera temperatura y humedad del aire, y es uno de los aparatos normales para este efecto. Usase

también con resultado satisfactorio en las colonias alemanas de Camerones, y en las del Sudeste y Sudoeste de África.

Lo describiremos aquí tal como estaba expuesto en la sala de la Exposición perteneciente á las Universidades alemanas, Grupo XV.

Consta de dos termómetros de precisión completamente protegidos de las irradiaciones exteriores, lo que se consigue defendiéndolos por medio de tubos entre los cuales puede circular el aire del modo que indican las flechas, unidos unos con otros por piezas de marfil *d* para que no tengan contacto metálico entre sí: sus escalas aprecian $^1/_5$ de grado centígrado.

En la parte superior, cubierto por una pieza de latón niquelado, se halla un aparato de relojería, cuyo objeto es hacer rodar el eje *p* de un aspirador de paletas curvas cuya convexidad mira hacia abajo.

El modo de funcionar de este aparato es muy sencillo; al girar el aspirador repele el aire por la periferia y lo atrae por el centro, el cual, antes de llegar á la parte superior, pasará por entre los depósitos termométricos á los que comunicará su temperatura. Conforme se desprende de experimentos hechos con un aspirador cuya rueda de paletas tenía 84 milímetros de diámetro y daba 20 revoluciones por segundo, producía una corriente de aire de 3 metros de velocidad. Para modificar la velocidad de esta corriente lleva el aparato como apéndice un tubo *i k* atornillado á la base del conductor central de forma cónica, de modo que la extremidad *K* termina en un orificio casi capilar. Aplicando en *i* un tubo de caucho que lleva en su extremidad una pera neumática, puede conseguirse aumentar la velocidad de la corriente interior 2,6 metros por segundo. Para humedecer los depósitos, hácese uso de una bombita de caucho llena de agua destilada.

Una de las ventajas principales de este aparato consiste en que los termómetros están completamente libres de la influencia del calor exterior, de modo que puede exponerse impunemente á la acción directa de los rayos solares mientras está funcionando el aspirador, sin que manifiesten diferencia alguna sensible de temperatura. Para comprobar esto se ha hecho una serie de experimentos y se ha visto que aun rodeada la defensa exterior metálica de agua, cuya temperatura fuera 30° centígrados superior á la del ambiente, la alteración de la altura termométrica no llegaba á $0{,}1^{\circ}$ centígrado. Otra de las ventajas es que indique fielmente variaciones rápidas de temperatura, cuales son las que tienen lugar en las ascensiones y descensiones aéreas, y así se usa en tales viajes poniéndolo bastante separado de la barquilla á fin de que no sufra la influencia de la masa de aire arrastrada por el movimiento de ascenso ó descenso del globo.

El Dr. Assmann ha introducido algunas modificaciones importantes



para cuando sirve en las ascensiones aéreas, que consisten en servirse de tres termómetros en lugar de dos. Dos son los termómetros húmedos, y de cuando en cuando se le humedece al uno la muselina que los cubre para ver si se alteran las lecturas de ambos termómetros, cuyas lecturas serán fidedignas mientras estén acordes. El objeto de esto es hacer el aparato independiente de los cambios rápidos de humedad del aire que se observan en las ascensiones y descensos aéreos que podrían producir evaporación rápida del agua de la muselina, y hacer errónea la lectura del termómetro húmedo sin un medio de comprobación.

Según los experimentos del Dr. Sprung, el psicrómetro de aspiración introduce una nueva constante en la fórmula común $f = f' - A\,(t - t')\frac{b}{755}$ en que t es la temperatura del depósito seco, t' la del mojado, f' la tensión máxima del vapor á la temperatura t', f la tensión actual que se busca, b la altura barométrica, y A una *constante* que en vez de 0,6 debería ser 0,5 en este aparato, como quiera que la velocidad del aire corriente es mayor que la de los psicrómetros ordinarios.

CAPÍTULO SEXTO

Irradiación Solar

HELIÓGRAFOS Y ACTINÓMETROS

La fig. 40 representa el foto-heliógrafo ideado por el Prof. Marvin, y es un aparato que está en uso en las estaciones meteorológicas de primera clase y funcionaba en la Estación Modelo de la Exposición. Consiste en un cilindro metálico apoyado sobre un soporte, de manera que pueda inclinarse más ó menos sobre el horizonte. Lo acompañan dos reglas metálicas movibles á lo largo del cilindro.

Fig. 40. — Heliógrafo de Marvin

Éste se coloca paralelo al verdadero meridiano del punto de observación, disponiendo las reglas metálicas de manera que penetren siempre los rayos del sol por alguno de los dos agujeros. Las paredes de estos orificios son delgadas. En el interior del cilindro va colocada una tira de papel sensibilizado con el ferro-prusiato, como se puede ver en la figura por la parte inferior de dicho cilindro, que está abierta. El índice *i* y la graduación que se ve en la regla *A* sirven para hacer descender la regla una división cada día y obtener la impresión de la imagen del sol en distintos puntos del papel preparado.

Otro aparato para medir la intensidad de los rayos solares peculiar de la Estación Modelo y de algunas otras de los Estados Unidos es el electro-heliógrafo ideado por el Prof. Marvin.

Este nuevo aparato desmontado de su soporte, se ve representado en la fig. 41, que es una sección vertical del mismo.

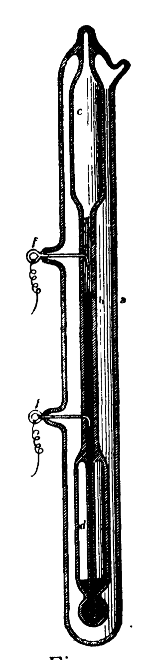


Fig. 41.
Electro-heliógrafo de Marvin

El principio de este aparato es el mismo del termómetro diferencial de Leslie; su forma es de tubo recto con depósitos cilíndricos *c* y *d* en cada extremo. El conjunto va encerrado en un tubo de cristal *a*. Empléase el mercurio para separar el aire de los dos depósitos, y así en el fondo del inferior se deja una pequeña cantidad de dicho líquido suficiente para llenar el tubo que los une en caso de requerirlo la dilatación del aire encerrado en ***d***. Los depósitos están llenos de aire puro y seco, y para que tenga éste gran densidad se le da la temperatura de 20° centígrados bajo cero antes de cerrar el tubo por fusión. Hácese además el vacío en el espacio entre el tubo protector y el aparato heliográfico, cerrándolo luégo al soplete. El depósito inferior se cubre de negro de humo ó de otra substancia equivalente para que absorba el calor de los rayos solares. Dos alambres metálicos van á parar al interior del tubo á través de los puntos *f f*. Todo el aparato puede inclinarse ligeramente sobre el soporte metálico en que se apoya. El ángulo de inclinación es diferente para distintos aparatos, y también depende del paraje en que se instale, y ha de determinarse por la experiencia.

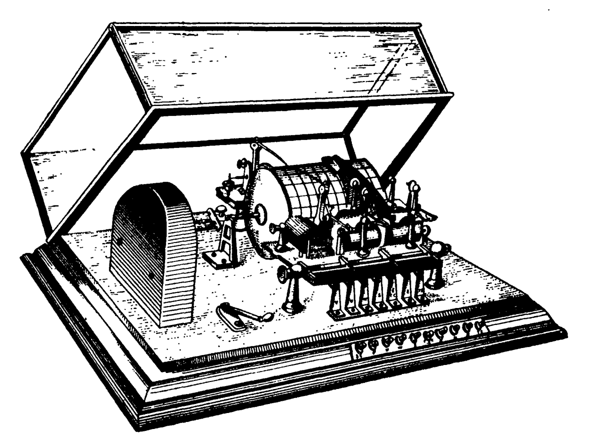


Fig. 42. — Aparato triple-registrador

En la Estación Meteorológica de la Exposición se registraban las observaciones del heliómetro, del anemóscopo y del anemómetro en un solo aparato, que es el representado en la fig. 42, llamado registrador triple.

Puede verse en esquema la instalación completa de este registrador en la fig. 43. La dirección del viento y el heliómetro son registrados por efecto de la corriente de una misma pila, lo cual se comprende dado que el circuito del heliómetro

y el del anemóscopo nunca permanecen cerrados simultáneamente por la disposición del interruptor *P*.

La casa Richard exhibió también dos sistemas de actinógrafos, el de Herschell y el de Violle, aparatos que suponemos conocidos.

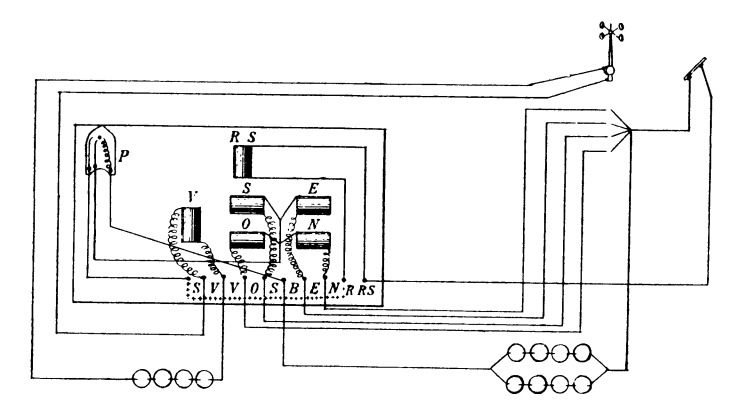


Fig. 43. — Disposición de las corrientes en el triple registrador

CAPÍTULO SÉPTIMO

Magnetismo Terrestre

MAGNETÓMETROS

Si se exceptúan algunos aparatos magnéticos que figuraban en el Grupo XXI de la Sección alemana, en el edificio destinado á la Electricidad, no aparecía en toda la Exposición ningún aparato magnético de precisión. Los pocos expuestos eran construídos por Hartmann y Braun. Daremos de ellos una sucinta noticia:

1.º Era el primero un *Variómetro del magnetismo terrestre.* Aparato de suspensión bifilar muy portátil. Determínanse las constantes por medio de un círculo de torsión provisto de nonio y micrómetro. Los cambios de posición se observan por medio de un espejo fijo.

2.º *Variómetro de la intensidad del magnetismo terrestre.* Consta de cuatro pequeños imanes por cuyo medio el espejo magnético de acero se dispone formando ángulo recto con el meridiano para neutralizar la influencia de la variación de declinación. Puede darse al aparato la sensibilidad que se desee y se observan por medio de un anteojo las más pequeñas variaciones. El grado de precisión es de 1 : 10,000.

3.º Un sencillo *Variómetro local.* Se destina á medir los cambios locales de la intensidad horizontal. Difiere del anterior en que tiene sólo un imán en vez de cuatro, y una simple aguja en vez de un espejo magnético. Grado de precisión, 1 : 1,000.

4.° *Magnetómetro bifilar,* para observaciones absolutas. Medida con exactitud en este aparato la distancia relativamente grande entre los hilos, que es de doce milímetros, las flexiones debidas al movimiento de un imán tubular dan el producto del magnetismo de la barra magnética y del magnetismo terrestre en unidades absolutas. Si se observa al mismo tiempo un magnetómetro de suspensión unifilar se podrá deducir con las mismas unidades la intensidad del magnetismo terrestre.

Este aparato parece marcar un verdadero adelanto en los procedimientos magnetométricos; pues con su uso se puede prescindir de la medida del tiempo y de la influencia de la temperatura.

CAPÍTULO OCTAVO

Movimientos Telúricos

SEISMÓMETROS Y SEISMÓGRAFOS

No había en la Exposición de Chicago más aparatos seismográficos que los exhibidos por el Imperio Japonés en su Sección del edificio destinado á la Electricidad.

Una hoja impresa que se distribuía en esta Sección decía de los seismógrafos allí expuestos lo que traducimos: «La particularidad más importante de estos aparatos ės que todos ellos funcionan desde *puntos en reposo* y á lo menos por lo que toca á terremotos pequeños podemos asegurar confiadamente que sus registros miden absolutamente los movimientos seísmicos de la tierra. De los diagramas escritos en placas fijas se deducen la extensión y la dirección de las principales vibraciones en un choque; pero las curvas trazadas sobre una superficie movible, dan á conocer el período y la rapidez con que los movimientos se suceden unos á otros.»

Entre los aparatos que podían excitar la atención del observador, notamos como principales los siguientes:

1.° Un modelo de seismógrafos cuyo aparato registrador lo constituye un disco de vidrio ahumado sujeto á un aparato de relojería que sólo se pone en movimiento mientras dura el temblor. Para esto lleva el aparato un seismóscopo eléctrico, que al más ligero movimiento de la tierra cierra el circuito de una pila y actuando ésta sobre electro-imanes comunican movimiento al aparato el cual hace girar al disco. La parte esen-



cial del aparato seismométrico lo forman dos péndulos horizontales que trazan los movimientos de la tierra bajo la forma de dos componentes rectangulares. El movimiento vertical se transmite al registrador por medio de una palanca de resorte y el tiempo preciso de cada revolución del disco lo da un reloj eléctrico que recibe movimiento de un péndulo que establece la corriente cada vez que toca un depósito de mercurio.

2.º Un seismógrafo que sólo se distinguía del anterior en verificarse el registro sobre un cilindro ó tambor. El diagrama puede interpretarse en éste con mayor facilidad, pues el registro se verifica á derecha é izquierda de una línea recta en vez de verificarse circularmente en un disco.

3.º En los dos seismógrafos anteriores el estilete registrador traza las líneas ó sobre vidrio ó sobre papel ahumados; para obviar este inconveniente se construyó otro seismógrafo en que se escribe la observación con lápiz sobre una tira de papel. En cuanto cesa el terremoto cesa también el movimiento del tambor ó cilindro; si acaeciese un segundo terremoto volvería á ponerse en movimiento, de suerte que pueden registrarse una serie de temblores en una misma franja de papel, cesando y estableciéndose el movimiento de una manera automática.

4.º Vimos otro seismógrafo sin palancas multiplicadoras, destinado á registrar temblores de grande oscilación, como quiera que las palancas horizontales no se prolongan más allá de los puntos fijos.

5.º Un seismógrafo que podríamos llamar de péndulo doble. Obtiénese con él un punto fijo por medio de dos péndulos sencillo y ordinario el uno é invertido el otro. Consiste la parte gráfica en una serie de curvas sobrepuestas escritas en un cristal ahumado.

Completaba la serie de seismógrafos un tromómetro común destinado á medir las trepidaciones del suelo por ligeras que sean.

El Observatorio Central Meteorológico del Japón presentó además en la misma Sección una Memoria muy razonada acerca de las observaciones sobre terremotos ocurridos en el Japón desde 1885 hasta 1890. El seismógrafo que sirvió para dichas observaciones es el de Gray-Milne, que no describimos por suponerlo conocido en sus diversas formas.

Fuera de los aparatos meteorológicos mencionados, no había otros en la Exposición que á nuestro juicio ofrecieran alguna particularidad digna de ser notada. Con todo, parece útil, como remate de esta parte descriptiva, hacer una breve reseña de los constructores que expusieron aparatos meteorológicos y de los sitios en que los expusieron, añadiendo la nacionalidad respectiva y la dirección de sus fábricas ó talleres.



CAPÍTULO NOVENO

Lista de los constructores que exhibieron aparatos meteorológicos en la Exposición

NOMBRE, DIRECCIÓN Y NACIONALIDAD DEL CONSTRUCTOR	SITIO EN LA EXPOSICIÓN	OBJETOS EXPUESTOS
	Sección alemana	
OTTO BOHNE, Berlín S , 90, Prinzenstrasse. *(Alemán)*.	Grupo 21.—N.° 2752	Barómetros aneroides.— Barógrafos. — Termómetros. — Higrómetros.
HILMAR BOCK, Oberweissbach nr. Blankenburg, Thuringia *(Alemán)*	» 21.—N.° 2753	Termómetros. — Barómetros de mercurio. — Areómetros.
G. LUFFT, Stuttgart, Alemania. *(Alemán)*.	» 21.—N.° 2772	Colección de más de 200 barómetros aneroides de lujo.—Barómetros científicos.—Barógrafos. Gran variedad de barómetros de bolsillo.
OSCAR MOELLER, 73, Valentinskamp. Hamburgo. *(Alemán)*.	» 21.—N.° 2774	Barómetros holostéricos (nueva invención).—Termómetros metálicos.
W. NIEHLS, Berlín N. — 160, Schönhauser-Allee. *(Alemán)*. . . .	» 21.—N.° 2776	Termómetros para temperaturas elevadas.—Termómetros clínicos.—Termómetros de Breguet.
JORGE SCHMIDT, & v. d. Eltz Schmiedefeld, Thuringia. *(Alemán)*. .	» 21.—N.° 2783	Termómetros é higrómetros magistrales.
G. A. SCHULTZ, Berlín S. O.—Koepernickerstrasse, 128. *(Alemán)*. .		Termómetros con escalas muy legibles.

NOMBRE, DIRECCIÓN Y NACIONALIDAD DEL CONSTRUCTOR	SITIO EN LA EXPOSICIÓN	OBJETOS EXPUESTOS
GUILLERMO UEBE, Zerbst Anhalt. *(Alemán)*.	Grupo 21.—N.º 2796	Gran variedad de termómetros clínicos.
PABLO GEBHARDT, Berlín S., Prinzenstrasse, 85 & 53. *(Alemán)*.. . .	» 21.—N.º 2803	Aparatos meteorológicos para demostración.
Instituto analizador de instrumentos de cristal. — Ilmenan, Thuringia.	» 21.- N.º 2804	Termómetros magistrales.—Termómetros clínicos.—Termómetros químicos.
ALEJANDRO KÜCHLER & SÖHNE — Ilmenan, Thuringia. *(Alemán)*. . .	» 21.	Termómetros para usos científicos y técnicos.—Termómetros de máxima y mínima.—Barómetros de mercurio.
ALT, EBERHARDT & TAEGER. — Ilmenan, Thuringia. *(Alemán)*. . . .	» 21.	Termómetros especiales para colegios y universidades.
EFRAÍM GREINER, Stuetzerbach, Thuringia. *(Alemán)*.	» 21.	Id. id.
Instituto físico-técnico imperial. — Charlottenburg nr., Berlín. .	» 21.—N.º 2810	Gran variedad de termómetros de gran precisión.
HARTMANN & BRAUN, Bockenheim-Frankfort. *(Alemán)*.	Edificio Electricidad. Grupo 123.—N.º 1349	Cuatro formas diferentes de magnetómetros.-Teletermómetros.
R. FUESS, STEGLITZ nr., Berlín — Duntherstrasse 2/8. *(Alemán)*. .	Sección de las Universidades alemanas.	Barógrafo.—Anemógrafo.—Pluviógrafo.—Psicrómetro de aspiración.—Hipsómetro.—Barómetro de Fortín.—Anemómetro.—Termómetros de máxima y mínima.

El Instituto Meteorológico de Berlín presentó en la misma Sección de las Universidades alemanas:

Los planos de instalación del Real Instituto Meteorológico de Prusia.

Una colección de los métodos, manuales é instrucciones de que se sirven las Estaciones meteorológicas dependientes de dicho Instituto.

Fotografías del Observatorio Meteorológico-Magnético de Potsdam y de los aparatos registradores allí usados: y las curvas magneto-gráficas trazadas por los aparatos del mismo Observatorio durante la perturbación magnética del 11 al 13 de Marzo de 1892.

NOMBRE, DIRECCIÓN Y NACIONALIDAD DEL CONSTRUCTOR	SITIO EN LA EXPOSICIÓN	OBJETOS EXPUESTOS
	Sala de Artes y Manufacturas	
	Departamento L.	
AIVAS, Alberto. — París. *(Francés)*. .	Grupo 151.—N.° 166	Termómetros.
CHAUVET, A. D. — París. *(Francés)*. .	» 151.—N.° 157	Id.
COLMONT, Ed. E. — París. *(Francés)*.	» 151.—N.° 176	Id.
HENRY, Carlos. — París. *(Francés)*. .	» 151 —N.° 192	Aparatos meteorológicos para gabinete de física.
LEVY, Arturo. — París. *(Francés)*. .	» 151.—N.° 199	Termómetros.
RICHARD, Julio. — París. *(Francés)*. .	» 151.—N.° 217	Aparatos meteorológicos de precisión.
	Electricidad	
PELLIN, Ph. — París *(Francés)*. .	Grupo 122.—N.° 212	Aparatos fotométricos.
PERTUIS é hijos. — París. *(Francés)*. .	» 122.—N.° 213	Barómetros holostéricos.
SECRETAN, G. — París. *(Francés)*. .	» 122.—N.° 219	Barómetros aneroides.—Combinación de un reloj y aneroide de bolsillo.
DUCRETET, E. — París. *(Francés)*.. .	» 123.	Aparatos meteorológicos de precisión para colegios.
BREGUET. — París. *(Francés)*. . . .	» 123.	Aparatos meteorológicos de precisión.—Aparatos magnéticos.
	Sala de Artes y Manufacturas	
DARTON, F. & Co.—Londres *(Inglés)*	Galería B.—N.° 54	Instrumentos meteorológicos.—Barógrafos.—Termómetros clínicos.—Aneroides.—Heliógrafos.—Termómetros de máxima y mínima.
WATSON W. — Londres. *(Inglés)*. .	» B.—N.° 76	Barómetros. — Termómetros. — Aneroide muy sensible.
FALK, Odoardo. — Roma y Madrid. *(Italiano)*.	» D.—N.° 62	Instrumentos meteorológicos de precisión.
SALMOIRAGHI, A. — Milán. *(Italiano)*.	» D.—N.° 69	Aparatos meteorológicos para la enseñanza.

NOMBRE, DIRECCION Y NACIONALIDAD DEL CONSTRUCTOR	SITIO EN LA EXPOSICIÓN	OBJETOS EXPUESTOS
CHAVEZ, Agustín M. — Méjico. *(Mejicano)*.	Galería D.—N.° 276	Anemodinamómetro.
Universidad del Noroeste.—Chicago, Evanston.	» E.—N.° 101	Barógrafo.—Barómetros.
QUEEN & Co. — Filadelfia.. . . .	» E.—N.° 103	Aparatos meteorológicos para colegios.
HOHMANN & MAURER. — Brooklyn N. J. *(Norteamericanos)*.	Depart°. L.—N.° 399	Termómetros.
MANASSE, L. — Chicago. *(Norteamericano)*.	» L.—N.° 409	Aneroides.—Termómetros.

CONCLUSIÓN

No se puede negar que la invención y generalización de aparatos registradores ha abierto nuevos horizontes á la Meteorología. El mundo científico saludó con muestras de entusiasmo la aparición del meteorógrafo del P. Secchi, aparato que adquirió gran publicidad desde la Exposición Universal de París, año 1867, en la cual era casi el único registrador que se presentó.

Desde aquella fecha, constructores y meteorólogos de varias naciones se dieron á inventar, construír y perfeccionar aparatos registradores, con tal éxito, que ya en la Exposición Universal de Viena en 1873 y aún más en la de París del año 1878, parecía haberse cambiado el aspecto y modo de ser de la Meteorología experimental.

No fué tan señalado el progreso en esta parte en los años sucesivos, por lo menos en Francia, puesto que en la Exposición Universal de París en 1889 apenas se vieron aparatos meteorológicos registradores diferentes de los que figuraron ya en la del año 1878, ni tampoco notables mejoras introducidas en los mismos.

Con todo, bien pudiera ser que en la escasez de nuevos aparatos registradores que se notó en dicha ocasión hubiera influído la ausencia de constructores alemanes, que por razones políticas no tomaron parte en aquel Concurso. Parece confirmar esta sospecha lo que acaba de suceder en la Exposición Internacional de Chicago, en donde se ha notado que en la construcción de aparatos meteorológicos registradores, y en general de



aparatos científicos de precisión, llevan ahora la palma los constructores alemanes.

Este hecho lo revela la simple lectura de la segunda parte de esta Memoria.

Sirvan estas someras indicaciones para estimular en la juventud española la afición á los estudios meteorológicos; y recíbanlas todos nuestros compatricios como testimonio del interés con que atendemos á la gloria de la Religión y al progreso de las ciencias.

Los cielos cantan la gloria de Dios y el firmamento pregona las obras de su poder. (Ps. XVIII, 2.)

ÍNDICE



SEGUNDA PARTE

LOS APARATOS METEOROLÓGICOS

